Versuch über den
Wasserverbrauch verschiedener Gräser
unter verschiedenen Verhältnissen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät

der

Georg August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Gerhard von Skrbensky.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Göttingen.
Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. A. Huth.
1913.

Tag der mündlichen Prüfung: 27. November 1912.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. von Seelhorst.

Meinem lieben Vater.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548107_0119

Der Grund und Boden in Deutschland wurde im Jahre 1900 in folgender Weise genutzt[1]):

Acker- und Gartenland	48,6 %
Weinberge	0,2 %
Wiesen	11,0 %
Weiden	5,0 %
Wald	25,9 %
Unland	9,3 %

Für England ist dagegen der Anteil der einzelnen Benutzungsarten ein ganz anderer; nämlich;

Acker- und Gartenland	33,61 %
Wiesen und Weiden	40,98 %
Wald	4,55 %
Unland	20,86 %

Ein Vergleich der Bodenbenutzung in Deutschland und in England läßt erkennen, daß in letzterem Lande die Wiesen und Weiden einen um 25 % größeren Anteil des Grund und Bodens beanspruchen, Acker- und Gartenland dagegen um 16 % weniger als in Deutschland vorhanden sind.

Wenn wir nun auch nicht in Deutschland, wie vielfach angeraten, gleich dem englischen Muster folgen werden, da die englische Landwirtschaft keineswegs so blühend ist, wie sie von einzelnen unserer Nationalökonomen dargestellt wird, so ist das Vorgehen der englischen Landwirte in dieser Beziehung d. h. in der Einschränkung des Feldbaues und dem Übergang von dem Feldwirtschaft zur Weidewirtschaft, doch sicher höchst interessant und beachtenswert.

Hierzu sei aber noch erwähnt, daß nach der Ansicht Conrads[2]) diese Einschränkung des Getreidebaues und Ausdehnung der Weideflächen nicht wie bei uns einen Übergang zum extensiven Betriebe sondern nur eine andere Art der Nutzung des Grund und Bodens bedeutet, da die Grasnutzung auf Grund der Rayolung des Landes und mit besonderem Aufwand von Dünger und sorgfältiger Behandlung des Landes stattfindet. Diese Ansicht dürfte jedoch durchaus nicht den Tatsachen entsprechen. Die meisten der als Weide niedergelegten Ackerländereien sind, wie zahlreiche englische Äußerungen zeigen, nur dürftige Schafweiden.

1) Statistisches Jahrbuch für das deutsche Reich 1912, S. 35.
2) Jahrb. für National-Ökonomie und Statistik 1902, Heft 2.

Tatsächlich wird den deutschen Landwirten auch heute von vielen Seiten die Neuanlage ständiger Futterflächen von Wiesen und Weiden nach englischem Muster empfohlen. Für diese Empfehlungen werden mancherlei Gründe angeführt.

Vor allen Dingen die Leutenot die sich überall geltend macht, in Ost und West, in Nord und Süd. Die Löhne sind enorm gestiegen, die Produktionskosten der Feldfrüchte dadurch sehr vermehrt. Und das schlimmste ist, daß selbst bei hohen Löhnen Leute oft gar nicht zu bekommen sind. Alles drängt vom Lande nach der Stadt in der Hoffnung, die Lebenshaltung zu verbessern, das Leben angenehmer zu gestalten.

Die ständigen Futterflächen, und unter diesen wieder besonders die Weiden, brauchen nun bekanntlich viel weniger menschliche Arbeitskräfte als das Ackerland. Die Lohnausgaben, auf die Flächeneinheit berechnet, sind auf ihnen viel geringer als auf diesem. Die Leutenot macht sich mithin um so weniger fühlbar, je größer die Ausdehnung von Wiesen und Weiden im Verhältnis zum Ackerland ist.

Trotzdem sind für Deutschland der übermäßigen Ausdehnung von Wiese und Weiden gewisse wirtschaftliche Grenzen gesetzt. Bei uns wird der Getreide- und Hackfruchtbau, aus mancherlei Gründen, stets die größte Rolle spielen.

Zwischen Wiese und Weide sind folgende Unterschiede zu machen:[1])

»Unter Wiesen verstehen wir die zur dauernden Erzeugung von Gräsern und Futterkräutern bestimmten Flächen, deren Produkte abgemäht und in der Regel zu Heu gemacht werden. Ihr Unterschied von den Weiden besteht darin, daß letztere zwar auch dauernd Gräser und Futterkräuter tragen, daß diese Erzeugnisse aber nicht abgemäht, sondern an Ort und Stelle von den Tieren abgefressen und verzehrt werden.«

Was nun den Nutzen der Anlage von Weiden gegenüber der von Wiesen anbelangt, so dürften aus mancherlei Gründen die ersteren größere Vorteile zeitigen. Weidevieh ist Krankheiten viel weniger ausgesetzt als Stallvieh, da es konstitutionskräftiger ist. Durch den ständigen Aufenthalt im Stalle wird bei Mangel an Licht, Luft und Bewegung die Konstitution geschwächt; und wenn man auch versucht, durch reiches intensives Futter dieser ungünstigen Beeinflussung entgegen zu wirken, so wird dadurch höchstens der Körper gleich einer Treibhauspflanze entwickelt. Fehlt aber die reichliche Ernährung, dann entwickeln sich die Tiere nur kümmerlich; geringe Leistungsfähigkeit und große Energielosigkeit sind die weiteren Begleiterscheinungen. Dazu kommt, daß die Tiere ihre Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse gänzlich einbüßen und für Krankheiten aller Art, besonders für die Tuberkulose sich höchst empfänglich zeigen.

Man hat zwar gemeint und auch versucht durch Impfung diese Seuche einschränken zu können.

Aber Eber[2]) kommt auf Grund seiner umfangreichen und gründlichen

---

1) Handbuch der landwirtschaftlichen Betriebslehre von Dr. Th. Frhr. von der Golz, 4. Auflage, herausgegeben von Dr. phil. C. von Seelhorst 1912, S. 68.

2) Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 1907 und 1909.

Untersuchungen über die praktischen Erfolge der Schutzimpfung zu dem Ergebnis, daß es aussichtslos erscheine mit Hilfe des Schutzimpfungsverfahren allein die Rindertuberkulose zu bekämpfen. Neben anderen Maßnahmen erscheint diesem, um die Bekämpfung der Rindertuberkulose hochverdienten Forscher, die Wiedereinführung des Weideganges ein grundlegendes und unentbehrliches Mittel zur Befreiung unserer Rinderbestände von der Tuberkulose.

Besonders kommt der vorteilhafte Einfluß des Weideganges auf die Konstitution bei der Aufzucht des Jungviehes zur Geltung. Eine erfolgreiche Zucht läßt sich überhaupt auf die Dauer ohne Weidegang des Jungviehes nicht denken.

Schließlich gibt die Weide dadurch, daß das Weidetier sich das Futter selbst sucht, die Futterbereitungskosten mithin fortfallen und ferner weil eine Zufütterung von Kraftfutter relativ selten nötig ist, ein billiges Futter. Dies allerdings nur dann, wenn die Weide rationell betrieben wird, d. h. wenn bei der Anlage von Weiden dafür gesorgt wird, daß die Weidenarbe aus dem Boden und den klimatischen Verhältnissen entsprechenden Pflanzen besteht, daß die Düngung und schließlich der Besatz und der Wechsel der Weiden in zweckentsprechender Weise durchgeführt wird.

Wenn ja auch die Jahrhundert alte landwirtschaftliche Erfahrung meist in mehr oder weniger genügender Weise festgestellt hat, welche Pflanzen für die besonderen Verhältnisse am geeignetsten sind, so wird es doch ganz interessant und lohnend sein, die Gründe hierfür auch einmal präzise, d. h. wissenschaftlich und zahlenmäßig anzugeben und die verschiedenen Unklarheiten, die in den Kreisen der Landwirtschaft noch häufig darüber herrschen, zu beseitigen.

Es gilt heute noch für die meisten Landwirte des deutschen Binnenlandes als eine ausgemachte Tatsache, daß die Dauerweiden ganz besondere Anforderungen an die Beschaffenheit des Klimas stellen, so daß sie mit Erfolg eigentlich nur an den Meeresküsten und in den Gebirgsgegenden gehalten werden können. Vor allen Dingen führt man dies darauf zurück, daß die Küstengebiete bedeutend reicher an Niederschlägen sind als das Binnenland, ein milderes Klima und eine größere Feuchtigkeit der Luft besitzen. Wenn diese Anschauung auch bis zu einem gewissen Grade ihre Berechtigung haben mag, so ist damit doch längst nicht der Beweis erbracht, daß die klimatischen Unterschiede zwischen Küste und Binnenland so groß sind, daß dadurch eine erfolgreiche Einrichtung von Dauerweiden in diesem durchaus uumöglich gemacht ist. Jedenfalls sind in den letzten Jahren gerade im Innern Deutschlands zahlreiche Dauerweiden entstanden welche durch ihre glänzenden Erfolge die Richtigkeit jener bisherigen Annahme zum mindesten stark in Frage stellen.

Einige Ergebnisse aus verschiedenen Gegenden mit wechselnden Bodenverhältnissen, welche Falke[1]) mitteilt, mögen als Beleg für die erzielten Erfolge angeführt sein:

---

1) Falke, Die Dauerweiden, II. Auflage, S. 80.

Ort	Bodenbeschaffenheit	Größe der Weide	Niederschläge Mai bis Septbr.	Weidezeit in Tagen	Ertrag vom ha.	
					Weidetags-Einheiten	Weidetage für 1 Stück Großvieh
		ha	mm			
Meerschwitz b. Riesa i. Sachs.	Lehmboden, sandiger Lehm u. Sandboden	11,5	269,1	130	2650	530
Altstadt b. Stolpen	Granitverwitterung	12	204	156	2091	418
Loburg b. Magdeb.	Anmooriger Sand	51	230,5	142	2081	416
Modelsdorf (Kreis Goldberg-Haynau i. Schl.)	Schwerer Tonboden. Neuaussaat ohne Deckfrucht	4,5	222,9	24. 6.— 8. 10. 107	1000	200

»Die Zahlen zeigen«, wie Falke weiter an derselben Stelle sagt, »zur Genüge, daß unter der Voraussetzung richtiger Düngung und Behandlung die Weiden, selbst bei ganz geringem 300 mm noch nicht erreichenden Niederschlägen noch immer ihre Leistungsfähigkeit behalten und nicht versagen«.

Aus den Veröffentlichungen der Provinzial-Moorkommission der wegen Trockenheit verschrieenen Provinz Posen stehen mir folgende Zahlen zu Gebote [1]).

Die Niederungs-Moorwiesen im Gebiete der lebhaften Netze, Gemeindebezirk Behle, gaben in den Jahren 1906 und 1905 A. im unmeliorierten, B. im meliorierten Zustande pro Morgen in zwei Schnitten die gleich aufzuführenden Ernten. Dazu ist zu erwähnen, daß diese Wiesen durch die Regulierung der Netze zu trocken wurden, da auch hier nur sehr geringe Niederschläge erfolgen. Die Melioration dieser Wiesen erstreckte sich hauptsächlich auf die Auswahl geeigneter Grassorten, Herstellung eines tadellosen Keimbettes und zweckentsprechende Düngung.

A. 9,78 Ctr. B. 61,04 Ctr.

Die im Jahre 1903 meliorierte Wiese B. brachte also im Jahre 1906 einen sechsmal höheren Ertrag als die Wiese A.

Aus diesen Zahlen sieht man aufs deutlichste, wie notwendig es u. a. ist eine geeignete Wahl der Grassorten zu treffen, da die höheren Erträge von B., wie bereits erwähnt, vor allem durch die Auswahl geeigneter Grassorten bedingt waren.

Unter den sehr günstigen das Graswachstum energisch fördernden Witterungsverhältnissen des Jahres 1905 hatten

Wiese A. Wiese B.
23,49 Ctr. 66,60 Ctr. gegeben.

Vergleicht man die Erträge der Jahre 1905 und 1906, so kommt scharf zum Ausdruck, daß die Erträge der meliorierten Wiesen bedeutend weniger abhängig von der Jahreswitterung sind als die sogenannten Naturwiesen, welche Dank ihrer Flora nur bei hohem Grundwasserstande und reichen Niederschlagsmengen befriedigende Erträge zu geben vermögen.

Außer der Auswahl der Gräser spielt somit unter den anderen Faktoren das Wasser eine der wichtigsten Rollen. Für alle Gewächse ist es unentbehrlich, aber die Wiesenpflanzen machen hierin besonders hohe Ansprüche.

1) M. Oehme, Beiträge zur Kenntnis der Bewirtschaftung der Moorwiesen S. 7.

Es soll nun versucht werden festzustellen, welche Ansprüche einzelne, für den Wiesen- und Weidebau in Betracht kommende Gräser an den Wasservorrat des Bodens machen. Es ist dieses ein Beitrag zu den seit vierzehn Jahren von Herrn Professor von Seelhorst und seinen Schülern gemachten Untersuchungen über den Einfluß des Wassers auf die Entwicklung der Kulturpflanzen. Fast alle diese Arbeiten sind in dem Journal für Landwirtschaft veröffentlicht und zwar in den Jahren von 1898 bis 1910. Professor von Seelhorst ging dabei von der Annahme aus, daß dieser bisher bei den agrikulturchemischen Arbeiten nicht in genügender Weise berücksichtigte Vegetationsfaktor wegen seiner hervorragenden Bedeutung im Pflanzenleben eine besondere Bearbeitung verdiente.

Bis jetzt liegen fast nur Angaben über den Wasserverbrauch eines aus den verschiedenen Pflanzen zusammengesetzten Wiesenbestandes vor. Ich führe zunächst die Untersuchungen an, welche in Rothamsted mit der natürlichen Wiese ausgeführt und von Herrn Professor Lüdecke [1]) mitgeteilt worden sind.

Leider gibt Lüdecke die einzelnen Resultate wie sie in Rothamstedt gewonnen worden sind nicht zahlenmäßig an, sondern gibt uns eine aus Mitteln konstruierte Kurve, aus der man aber doch deutlich sieht, daß die Erntemengen, sowohl des ersten Schnittes, als auch beider Schnitte zusammen, fast proportional der Regenhöhe stiegen.

Lüdecke nimmt nun mit Hellriegel an, daß eine Ernte von 50 dz vom ha 20 cm Regen verbraucht. Im Mittel von 20 Jahren ergibt sich für Rothamsted 41 dz bei 20 cm Niederschlägen.

Lüdecke folgert nun: »Da also der Ertrag der Wiese auf trockenem Boden in ganz besonderem Grade von der zur Verfügung stehenden Regenmenge abhängt, so kann man Höchsterträge nur in Jahren mit hohem und gut verteiltem Regen erwarten . . . . . .

In Rothamsted ist die Verteilung der reichlichen Regenmenge (716 mm im Jahr) insofern nicht sehr günstig, als das Maximum des Regens erst im Oktober fällt, in den meisten Gegenden tritt es schon im Juli ein. Die Regenfälle, die bei uns die Arbeiten der Getreideernte oft so unangenehm stören, wirken auf die Entwicklung des zweiten Grasschnittes sehr günstig. In Rothamsted dagegen fehlt es in dieser Zeit oft an der nötigen Feuchtigkeit, sodaß der Grummetschnitt dann wenig Ertrag liefert.

Nun übernimmt ja allerdings der Boden die Ausgleichung und Verteilung der unregelmäßig fallenden Regenmengen«.

Die Feuchtigkeit des Bodens ist einmal abhängig von seiner Höhenlage, namentlich aber von der Höhe des Grundwasserstandes und von der Größe der Niederschläge, besonders der Sommerniederschläge, dann aber auch von der wasserhaltenden Kraft des Bodens.

Alle drei Faktoren wirken zusammen, bald in günstigen, bald in ungünstigem Sinn, und bedingen in diesem Zusammenwirken das Maß der den Pflanzen zur Verfügung stehenden Feuchtigkeit.

Es wird daher von ganz besonderer Bedeutung sein, festzustellen, wie die

---

1) Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 1910, S. 298—314. »Die Verbesserung und Bewirtschaftung unbewässerter Wiesen und Weiden.«

einzelnen angebauten Grassorten sich gerade dem Wasser gegenüber verhalten, welche Ansprüche sie an das Wasser machen. Man wird sich aber bei diesen Untersuchungen, resp. bei den Übertragungen der Resultate derselben auf die Praxis klar sein müssen, daß das Wasser nur einer der Vegetationsfaktoren ist, daß neben ihm auch die Wärme und die den Pflanzen zur Verfügung stehenden einzelnen Nährstoffe das Pflanzenwachstum beeinflussen, und so die Einwirkung des Wassers unterstützen oder herabsetzen können.

Wir werden uns dies bei den Folgerungen, welche wir aus den Untersuchungen über den Wasserbedarf ziehen, auch gegenwärtig halten müssen.

Einen genauen Nachweis über den Wasserverbrauch der Wiese- und Weidepflanzen besaßen wir bis vor kurzem noch nicht.

Neuerdings hat nun von Seelhorst[1]) einen höchst interessanten Versuch über den Wasserverbrauch von Wiese und Weide ausgeführt.

Die Versuchsergebnisse zeigen folgenden Wasserverbrauch auf 1 qm Weide- und Wiesenfläche in fruchtbarem Lehmboden.

Es waren verdunstet und verbraucht:

	von der Weide	von der Wiese
1908 vom 4. 4. bis 16. 9.	336,0 kg	481,1 kg
1909 vom 6. 4. bis 27. 9.	332,3 kg	435,8 kg

Der größere Wasserverbrauch der Wiesen ist durch die größeren Ernten zu erklären. Es ist doch natürlich, daß die stärker entwickelte Wiesenvegetation mehr Wasser verbrauchen muß, als die schwächere Weidevegetation.

Es betrug nämlich die lufttrockene Ernte auf 1 qm

	der Weide	der Wiese
1908	542,1 g	972,5 g
1909	498,2 g	748,0 g

Interessant ist es, mit dem soeben mitgeteilten Wasserverbrauch der Weiden und Wiesen auch den Wasserbrauch des Ackerlandes zu vergleichen, über den von Seelhorst[2]) in den früheren Jahren bei verschiedenen Früchten ebenfalls Versuche angestellt hat. Die folgenden Zahlen sind entnommen den Veröffentlichungen von Herrn Professor von Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1906, S. 316—342 und 1908, S. 195—198.

Es waren verdunstet und verbraucht auf 1 qm:

1903.	Vom 29. 4. bis 12. 8. von Hafer	395,7 kg
	Vom 31. 5. bis 19. 10. von Rüben	351,4 kg
1904.	Vom 21. 4. bis 1. 8. von Hafer I	370,4 kg
	Vom 21. 4. bis 1. 8. von Hafer II	343,9 kg
1905.	Vom 1. 10. 04 bis 10. 8. 05 von Weizen	472,2 kg
	(Davon vom 31. 3. bis 10. 8.)	446,1 kg
	Vom 1. 10. 04 bis 10. 8. 05 von Roggen	434,8 kg
	(Davon vom 31. 3. bis 10. 8.)	399,9 kg
	Vom 29. 4. bis 9. 10. von Kartoffeln (Magnum bonum)	473,3 kg
1907.	Vom 30. 3. bis 12. 8. von Gerste	419,0 kg

1) Journal für Landwirtschaft 1910, S. 83.

2) Ebenda 1906, S. 316—342 und 1908, S. 195—198.

1907.	Vom 17. 10. 06 bis 12. 8. 07 von Roggen	455,4 kg
	(Davon vom 30. 3. bis 12. 8.)	392,1 kg
	Vom 11. 5. bis 5. 11. von Rüben	383,3 kg

Wenn nun auch diese Zahlen über den Wasserverbrauch der Ackergewächse in anderen Jahren gewonnen sind, wie diejenigen über den Wasserverbrauch der Weiden und Wiesen, und die Jahreswitterung eine sehr große Rolle bei dem Wasserverbrauch spielt, so bieten sie doch immerhin einen gewissen Vergleich, um so mehr als sie alle auf demselben Boden ermittelt wurden. Mit Recht schließt daher von Seelhorst, daß der Wasserverbrauch der Ackergewächse auf einem Lehmboden höher ist, als der der Weiden, aber etwas niedriger ist, als der der Wiesen. Wir werden daher nicht mit Unrecht annehmen können, daß die alte Anschauung über die Abstufung des Wasserverbrauches von Wiese, Weide und Acker dahin abgeändert werden muß, daß nächst der Wiese die Ackergewächse den größten Wasserverbrauch aufweisen und daß die Weiden etwas weniger Wasser als Ackergewächse, im höchsten Falle aber nur die gleiche Wassermenge verbrauchen.

Allerdings gilt dies nur für die Sommermonate. In den Herbstmonaten August bis Oktober wird die Weide mehr Wasser verbrauchen als das Ackerland abgibt, besonders wenn es gestoppelt ist.

Wo das Getreide für die Zeit des Schossens genügend Wasser findet, wo die Zuckerrübe gut gedeiht, dort wird auch eine Wiese und erst recht eine Weide mit der natürlichen Feuchtigkeit auskommen, umsomehr als wir in der Lage sind durch reichliche Düngung, häufiges Mähen der Wiesen, durch sachgemäßes Beweiden auf einen sparsamen Wasserhaushalt hinzuwirken. Es ist daher die bisherige Annahme, daß unsere Klimaverhältnisse die Anlage der Wiesen und besonders Weiden auf bisherigem Ackerland nicht gestatten, nicht mehr unbedingt aufrecht zu erhalten.

Ausgeschlossen von der Anlage von Wiesen und Weiden sind Gegenden mit abnorm geringen Niederschlägen. Auch bietet die Höhenlage mancher Gegenden durch das Klima ihrer Ausdehnung gebieterisch Halt. In solchen Gegenden sind ständige Futterflächen nur dann möglich, wenn ein sehr hoher Grundwasserstand das ganze Jahr hindurch besteht; wurde aber bei Regulierung von Flüssen und Bächen der Grundwasserstand gesenkt, wie es sehr häufig vorgekommen ist, so sind auch dadurch manch schöne Wiesen verdorben worden und Ländereien, die sich vorher sehr gut zur Anlage von Wiesen und Weiden geeignet hätten, von einer derartigen Benutzung ausgeschlossen worden.

Wiesen, die vorher ganz schöne Erträge brachten, haben sich in Flugsand verwandelt, auf dem wohl kaum jemals wieder Gras trotz der größten Bemühungen wachsen wird. Auch bei Erbauung von Schiffahrtskanälen sind teils durch zu tiefe Senkung des Grundwassers schöne Wiesen und Weiden für immer ververdorben, teils durch Erhöhung des Wasserspiegels versumpft worden, so wie z. B. auch bei der Kanalisierung der Oder große Flächen durch das infolge Aufstauens des Flußwassers gestiegene Grundwasser schwer geschädigt worden sind. So wird also ein Maximum und Minimum an Wasser den Wiesen und Weiden verderblich.

Auch ohne Zahlennachweise ist es wohl jedem Sachverständigen klar, daß

heute noch das Grasland auf das Gedeihen der Landwirtschaft von erheblichem Einfluß ist, und daß es sich auch sehr lohnen muß, diesem leider noch vielfach vernachlässigtem Teile des Grund und Bodens, die Errungenschaften der Neuzeit nutzbar zu machen, die in den anderen schon reichlich ausgenutzt werden, um dadurch die Roh- und Reinerträge zu verbessern. Oder wie Schwerz [1]) in seinem praktischen Ackerbau sagt: »Auch bei uns sind nur gute Wiesen die Stütze der Viehzucht, die Hilfe des Ackerbaues, der Reichtum des Betreibers, das Kleinod jedes ländlichen Besitztums.

Schlechte Wiesen aber sind des Besitztums und Besitzers Schande, der Viehzucht Nachteil und des Ackerbaues Last«.

Daß durch eine künstliche Bewässerung der Ertrag von Wiesen und Weiden kollossal gehoben werden kann, ist selbstverständlich, und durch vielfache Erfahrungen festgestellt. Leider ist eine solche nicht überall mit Vorteil durchzuführen.

Der Wasserverbrauch von Wiese und Weide wird natürlich in hohem Maße durch den Wasserverbrauch der verschiedenen die Narben zusammensetzenden Gräser beeinflußt. Wieviel Wasser diese unter verschiedenen äußeren Verhältnissen, bes. verschiedener Feuchtigkeit und verschiedenen Nährstoffgehalt des Bodens verbrauchen, ist meines Wissens erst durch wenige Arbeiten festzustellen versucht.

Die wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiete sind die von Remy [2]).

»Über den Nahrungsbedarf und die Nahrungsaufnahme einiger ausdauernder Wiesengräser«; und die von Kraus [3]) »Untersuchungen zu den biologischen Grundlagen des Grasbaues«.

Die Versuche Remys erstrecken sich nicht direkt auf den Wasserverbrauch der Gräser, sondern hauptsächlich auf die Nahrungsaufnahme zweier wichtiger Gräser. Und zwar von Lolium perenne und Festuca pratensis.

Remy [4]) kommt zu folgenden Schlußergebnissen: »Mit unverkennbarer Deutlichkeit lassen die Zahlen zunächst den großen Nahrungsbedarf der Gräser im ersten Entwickelungsjahre erkennen. Abweichend von den in späteren Jahren assimilierten dienen aber die in der Jugend aufgenommenen Nährstoffe nicht restlos der Heuerzeugung, sondern der Ausbildung des ausdauernden Wurzelstockes. Ja weit über seinen unmittelbaren Bedarf hinaus speichert dieser im Herbst Nähr- und Bildungsstoffe auf die im nächstfolgenden Jahre für die Erzeugung von Halmen, Blätter und Blütenständen verbraucht werden.«

Die Untersuchungen von Kraus erstreckten sich auf Folgendes: 1) Den Tiefgang der Graswurzeln. 2) Die Wurzelgewichte und ihre Verteilung in verschiedenen Erdtiefen. 3) Die Ausnutzung des Bodenhohlraumvolums durch die Wurzeln. 4) Die Wurzelgewichte und die Produktion oberirdischer Teile. 5) Die Ursachen der Unterschiede und der Veränderungen in Mengen und Verlauf der

---

1) Anleitung zum praktischen Ackerbau. J. N. von Schwerz. 2. Aufl. I. Band S. 267 und 268.

2) Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 1910, S. 1—12.

3) Ebenda 1911, S. 329, 345 u. 377—401.

4) Remy, Über den Nahrungsbedarf und Nahrungsaufnahme ausdauernder Wiesengräser. Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 1910, S. 2.

Wurzeln mit dem Alter der Kulturen und unter dem Einflusse der Nutzungsweise.

Besonders auf diese letzte Arbeit werde ich im weiteren Verlauf meiner Untersuchungen öfters zurückkommen und die Ergebnisse dieses Autoren mit meinen Resultaten vergleichen.

In dem Folgenden soll das Resultat der Untersuchungen über die Wasserbedürftigkeit der verschiedenen wichtigsten Wiesen- und Weidegräser unter verschiedenen Verhältnissen mitgeteilt werden, welche von mir auf Veranlassung von Herrn Professor von Seelhorst im Jahre 1911 in der Vegetationshalle des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes der Universität Göttingen unternommen wurden.

Versuchsanstellung:

Die zur Untersuchung gelangten Gräser sind folgende:

	Aufgang	Schnittzeiten.			
		I	II	III	IV
Lolium perenne	9. 5.	26. 6.	27. 7.	9. 10.	—
Dactylis glomerata	10. 5.	5. 7.	10. 8.	9. 10.	—
Alopecurus pratensis	11. 5.	3. 7.	10. 8.	10. 10.	—
Poa pratensis	12. 5.	27. 7.	3. 9.	7. 10.	—
Poa trivialis	12. 5.	3. 7.	10. 10.	—	—
Avena elatior	11. 5.	26. 6.	10. 8.	10. 10.	—
Lolium italicum	9. 5.	26. 6.	3. 8.	9. 10.	—
Agrostis stolonifera	10. 5.	3. 7.	10. 10.	—	—

Es standen mir fernerhin noch vier vorjährige Gräser zur Verfügung, die mir von Dr. Thaer in gütiger Weise überlassen wurden.

Es waren das:

Lolium perenne	—	15. 5.	21. 6.	27. 7.	10. 10.
Dactylis glomerata	—	15. 5.	2. 6.	3. 8.	9. 10.
Festuca ovina	—	15. 5.	26. 6.	2. 9.	—
Festuca rubra	—	15. 5.	26. 6.	2. 9.	—

Der Versuch wurde in großen Vegetationsgefäßen mit einem Gehalt von ca. 20 kg Erde, und zwar Leinetallehm, in der Weise angestellt, daß für jedes Gras acht Töpfe genommen wurden, von denen je zwei auf 45 %, je zwei auf 58 %, je zwei auf 71 % und je zwei auf 84 % Feuchtigkeit, auf die absolute Höhe der wasserhaltenden Kraft der Erde bezogen, während der Dauer des Versuches gehalten wurden. Die Vegetationsgefässe, der Kürze halber Topf genannt, sind Zinktöpfe von 33 cm Höhe und 25 cm Durchmesser.

Als Düngung wurde pro Topf gegeben:

1,5 g N in Form von 9,10 g $NaNO_3$,
1 g K_2O in Form von 1,47 g K_2CO_3,
1 g P_2O_5 in Form von 1,65 g $CaH_4(PO_4)2$.

Die Düngung wurde ordentlich mit der Erde jedes Topfes vermischt und dann letztere mit dem von Professor von Seelhorst konstruierten Einfüllapparat in die Töpfe gebracht.

»Das gleichmäßige Füllen und die Gleichmäßigkeit der Lagerung ist natürlich von der allergrößten Bedeutung. Von ihr hängt die größere oder geringere Leichtigkeit, mit der die Wurzeln in die Erde eindringen können, von ihr hängt

das Maß der Bodendurchlüftung ab. Und dies ist wieder vom größten Einfluß auf die Umsetzungen im Boden, auf die Wasserbewegung und auf die Wurzelatmung«[1]).

Die Aussaat der diesjährigen Gräser erfolgte am 29. und 30. April, die der vorjährigen am 10. April. Die Töpfe wurden zur Beförderung des Aufganges oberflächlich feucht gehalten und um die dadurch zu befürchtende Verkrustung zu vermeiden, mit Pappe beschattet. Die Aufgangszeiten der verschiedenen Gräser sind bei ihrer Aufzählung angegeben.

Die Töpfe wurden entsprechend dem Stande der Gräser und damit entsprechend dem Wasserverbrauch in Zwischenzeiten von 1—4 Tagen gewogen und durch Begießen wieder auf das Normalgewicht gebracht. Die für die relative Feuchtigkeit angegebenen Zahlen sind deshalb Maximalzahlen. Meist war die Erde trockener, doch wurde durch die erwähnten Wasserzugaben dafür gesorgt, daß die Abweichungen von dem Feuchtigkeitssoll nicht zu groß wurden.

Nach voller Entwicklung der Gräser erfolgte die Wasserzugabe nicht mehr oberflächlich, sondern durch die in jedem Topf befindliche Ventilationseinrichtung. Die Ventilationseinrichtung besteht aus einem mit der Öffnung nach unten auf dem Gefäßboden liegenden Halbzylinder aus gelochtem Zinkblech, der auf jedem Ende eine angelötete 1 cm weite Zinkröhre trägt. Die eine dieser Röhren reicht bis zum Gefäßrande herauf, die andere überragt denselben um etwa 15 cm.

Der beim jedesmaligen Wiegen ermittelte Wasserverlust wurde in Tabellen sofort aufgeschrieben. Aus diesen Tabellen ist der totale Wasserverbrauch der Gräser während einer Wachstumsperiode ermittelt.

Um die durch die verschiedene Besonnung der in zwei Reihen auf dem Transportwagen stehenden Vegetationsgefäße resultierenden ungleichen Vegetationsbedingungen möglichst auszugleichen, wurde ihre Stellung dadurch häufiger gewechselt, daß die Wagen mittelst einer Drehscheibe um 180° gedreht wurden. Die Einrichtung dazu ist in der Vegetationshalle im Jahre 1906 gemacht. Sie besteht in folgendem:

In der Vegetationshalle liegen sechs Gleise, auf welchen je vier, 4 m lange, 80 cm breite Wagen, welche die Vegetationsgefäße tragen, stehen. Jeder Wagen wird gewöhnlich mit 24 Vegetationsgefäßen besetzt, welche wie erwähnt in zwei Reihen stehen. In das zweite und fünfte Gleis ist eine einfache Drehscheibe eingebaut. Das erste und dritte Gleis führen mit Weichen auf die in das zweite Gleis, das vierte und sechste Gleis ebenso auf die in das fünfte Gleis eingefügte Drehscheibe.

Zum Drehen werden die Wagen auf die Drehscheiben geschoben. Die Drehscheiben mußten natürlich klein sein; deshalb war es nötig, die Achsen der Wagen nach der Mitte zusammenzurücken.

Ergebnisse.

1. Die Ernte.

Von einer Bearbeitung der ersten Ernte mußte abgesehen werden, da die Gräser infolge ihrer verschiedenen raschen Entwicklungsfähigkeit in der ersten

1) von Seelhorst, Apparat zum Füllen der Vegetationsgefäße. Journ. f. Landw. 1906, S. 83.

Vegetationsperiode einen ganz besonders ungleichmäßigen Bestand hatten; außerdem wurden die Töpfe in der ersten Zeit nicht gewogen, sondern nur nach Bedarf und Gutdünken von oben begossen, um die Pflanzen zu einer raschen Entwicklung anzuregen.

Nach den Erfahrungen in der landwirtschaftlichen Praxis und nach den Untersuchungen mehrerer Forscher ist es eine längst bekannte Tatsache, daß mit steigendem Wassergehalt des Bodens, bei hinreichender Düngung der Ernteertrag erhöht wird.

Sehr deutlich zeigen das z. B. auch die Versuche, die Herr Professor von Seelhorst über den Einfluß des Wassergehaltes und der Düngung des Bodens auf die Produktion und die Zusammensetzung von Futterpflanzen, italienischem Reygras und Klee angestellt hat.

Professor von Seelhorst[1]) kommt zu dem Schlusse: »Daß die Vermehrung des Wassergehaltes des Bodens sowohl die Ernten des Rotklees als auch die des italienischen Reygrases in nicht unerheblichem Maße vermehrt«.

Ebenso zeigt die beigefügte Tabelle 1 und auch ganz besonders die Photographie sehr deutlich, daß je mehr Wasser den Gräsern zur Verfügung steht, um so größer auch unter sonst günstigen Bedingungen die Erntemenge ist.

Erhöhter Wassergehalt hat bei allen Gräsern genützt. Auffallend ist, daß die Wirkung bei den Feuchtigkeit liebenden Gräsern, so bei Avena elatior, Lolium italicum, Agrostis stolonifera und Dactylis glomerata eine bedeutend größere ist, als bei den die Trockenheit gut aushaltenden Gräsern, z. B. Festuca ovina. Es ist ferner auffallend, daß die die Feuchtigkeit liebenden Gräser auch auf dem trockenen Boden große Erträge gebracht haben; eine Ausnahme hiervon bildet Dactylis glomerata.

Als unnormal ist das Verhalten von Lolium italicum in der zweiten und dritten Ernte anzusehen. Es ist sehr auffallend, daß gerade dieses Gras in der zweiten und dritten Ernte auf den feuchten Töpfen nur einen so geringen Ertrag gab. Dies läßt sich nur dadurch erklären, daß dies Gras durch die erste zu spät erfolgte Ernte stark erschöpft war, was sich darin zeigte, daß das Gras in der letzten Zeit vor der Ernte nur noch einen sehr geringen Wasserverbrauch hatte.

Wie überall in der Arbeit, so machen sich auch hier bei dem Vergleich der Ernten auf den Paralleltöpfen große Unterschiede bemerkbar. Ja es mußten zum Teil sogar die Ernten einiger Paralleltöpfe wegen zu großer Unterschiede vom Vergleiche ausgeschaltet werden. So bei Poa trivialis bei 45 % Feuchtigkeit, Alopecurus pratensis, Poa pratensis, Agrostis stolonifera bei 71 % Feuchtigkeit, und ebenso bei diesen drei Sorten bei 84 % Feuchtigkeit. Die große Schwierigkeit bei diesem Versuch beruht eben zum Teil darauf, daß es bei den Gräsern praktisch sehr schwierig ist, auf den einzelnen Paralleltöpfen gleichmäßige Bestände zu erzielen.

Ein Vergleich der einzelnen Ernten untereinander läßt sich auch schlecht anstellen, da zum Teil die Ernten infolge der verschiedenen raschen Entwicklungsfähigkeit der einzelnen Gräser zu verschiedenen Zeiten stattgefunden haben, was aus der diesbezüglichen Tabelle hervorgeht. Die größten Ernten bei allen

---

1) Journal für Landwirtschaft 1900, S. 265—286.

Feuchtigkeitsstufen ergaben Avena elatior, Lolium italicum, Agrostis stolonifera und Dactylis glomerata. Festuca ovina und Poa pratensis und trivialis gaben dagegen recht geringe Ernten.

Zur leichteren Übersicht bringe ich in dem Folgenden eine Zusammenstellung der ersten, zweiten, dritten und der Gesamternte in gr:

	Erste Ernte Feuchtigkeit des Bodens				Zweite Ernte Feuchtigkeit des Bodens			
	45 %	58 %	71 %	84 %	45 %	58 %	71 %	84 %
Lolium perenne II	17	30,6	47,5	59,7	7,7	8	15,7	24,5
Lolium perenne I	11,5	27	35	44,4	7,4	17,1	25	33,1
Dactylis glomerata II	11,9	30	49,2	54,3	5,3	14,4	25,3	38,7
Dactylis glomerata I	13,5	23,7	35,7	46	10,6	14,5	28,1	44,8
Festuca ovina II	6,3	15,3	19,8	27	5,3	12,8	17,7	19,7
Alopecurus pratensis	4,2	12,5	12	19,8	4,3	16,5	30,4	45,6
Poa pratensis	6,9	10,8	22	25	12	19	30,4	43
Festuca rubra II	7,5	19,3	29,3	31,5	5,2	18	22	37,1
Poa trivialis	8,4	14,5	25,1	35,5	24,4	27,6	68	64,5
Avena elatior	15	20,9	24,9	31	23	26,2	33,8	34,7
Lolium italicum	33,6	42,6	58,2	61	27,2	31	30,7	34,3
Agrostis stolonifera	8,6	15,9	40	30,8	45,7	95	86	158

	Dritte Ernte				Gesamt-Ernte			
Lolium perenne II	2,2	3,5	5,9	10,1	33,4 [1]	56,9	96,8	135,8
					100	175,9	298,7	419,1
Lolium perenne I	28,4	35,4	49	42,5	47,3	79,5	109	120
					100	168,1	230,4	253,7
Dactylis glomerata II	2,7	11,3	23,6	37,2	30,1	75,6	133,7	173
					100	251,1	444,2	574,7
Dactylis glomerata I	17,6	25,4	40,6	40,4	41,7	63,6	104,4	131,2
					100	152,5	250,4	314,6
Festuca ovina II	9,9	37	36,7	37	21,5	65,1	74,2	83,7
					100	302,8	345,1	389,3
Alopecurus pratensis	15,5	33,6	51,4	51,4	24	62,6	94,8	115,8
					100	260,9	395	482,5
Poa pratensis	12,8	20	24	28	31,7	49,8	76,4	96
					100	157,1	241	302,9
Festuca rubra II	9,3	33,6	34,7	73,4	22	70,9	86	142
					100	322,2	390,9	645,4
Poa trivialis	—	—	—	—	32,8	42,1	93,1	100
					100	128,4	383,9	304,9
Avena elatior	25,2	38,5	50	67	63,2	85,6	108,7	126,9
					100	135,4	172	199,6
Lolium italicum	33,7	31	31,5	35,5	94,5	104,6	120,4	130,8
					100	110,7	127,4	138,4
Agrostis stolonifera	—	—	—	—	54,3	110,9	126	188,8
					100	204,2	232,1	347,7

1) Die Ernte bei 45 % Bodenfeuchtigkeit gleich 100 gesetzt.

Zum Vergleiche bringe ich die Zahlen, die Herr Professor von Seelhorst[1]) in seinem Grasversuche angibt.

A. Klee. Erster Schnitt. Summe von je 4 Töpfen.

Gedüngt.

	Frische Ernte.	Heu-Ernte.
Wenig Wasser	443,5 g	135,7 g
Mittel Wasser	830,0 g	185,7 g
Viel Wasser	1240,0 g	256,8 g

Ungedüngt.

Wenig Wasser	415,0 g	128,0 g
Mittel Waser	740,0 g	171,5 g
Viel Wasser	1170,0 g	235,6 g

Zweiter Schnitt.

Gedüngt.

Wenig Wasser	246,0 g	71,5 g
Mittel Wasser	411,0 g	123,5 g
Viel Wasser	531,0 g	164,0 g

Ungedüngt.

Wenig Wasser	191,0 g	58,5 g
Mittel Wasser	341,0 g	105,0 g
Viel Wasser	386,0 g	116.5 g

B. Gras. Erster Schnitt.

Gedüngt.

Wenig Wasser	600,0 g	157,5 g
Mittel Wasser	800,0 g	215,0 g
Viel Wasser	1000,0 g	265,0 g

Ungedüngt.

Wenig Wasser	120,0 g	47,0 g
Mittel Wasser	130,0 g	56,0 g
Viel Wasser	190,0 g	67,0 g

Zweiter Schnitt.

Gedüngt.

Wenig Wasser	96,0 g	30,5 g
Mittel Wasser	101,0 g	37,5 g
Viel Wasser	116,0 g	43,5 g

1) Von Seelhorst, Einfluß des Wassergehaltes und der Düngung des Bodens auf die Produktion und die Zusammensetzung von Futterpflanzen, italienisches Raygras und Klee. Journal für Landwirtschaft 1900, S. 270 und 71.

Ungedüngt.

	Frische Ernte.	Heu-Ernte.
Wenig Wasser	46,0 g	22,0 g
Mittel Wasser	56,0 g	25,0 g
Viel Wasser	71,0 g	26,5 g

Ferner sei auch noch ein Versuch Pagnouls[1]) angeführt, der auch recht deutlich zeigt, wie mit zunehmender Bodenfeuchtigkeit die Ernten von Trifolim incarnatum und von Festuca pratensis zunehmen. Der einen Reihe der Versuchstöpfe wurde etwas weniger Wasser gegeben, als sie an freier Luft normalerweise erhalten haben würden, während die Töpfe der zweiten Reihe die doppelte Wassermenge der ersten erhielten. Die Resultate der Untersuchungen gibt die folgende Tabelle:

Festuca pratensis.

a) einfache Bewässerung. b) doppelte Bewässerung.	Gewicht der Ernte g.	Ernte an Trockensubstanz.
Sandboden	a) 56	14
	b) 156	27,7
Lehmboden	a) 29	6,7
	b) 104	19,7
Kalkboden	a) 52	12,1
	b) 134	24,5
Inkarnatklee.		
Sandboden	a) 73	15,9
	b) 273	36,4
Lehmboden	a) 56	11,5
	b) 213	28,2
Kalkboden	a) 73	14,1
	b) 225	28,5

Eine nähere Betrachtung der von mir gefundenen Zahlen ergibt:

Bei den einjährigen Gräsern sind die ersten und die dritten Ernten ungefähr gleich hoch. Die zweite ist wesentlich niedriger. Dies kann auf zwei Gründe zurückgeführt werden. Einmal waren die Gräser beim ersten Schnitt verhältnismäßig alt, ihre Regenerationskraft war dadurch stark geschwächt. Zudem hat der zweite Schnitt im Vergleich mit dem 1. und 3. Schnitt eine viel kürzere Wachstumszeit gehabt. Der erste Schnitt hat eine Entwicklungszeit von gut $1^1/_2$ Monaten der dritte eine solche von 2 Monaten gehabt, während der zweite Schnitt nur ungefähr 4 Wochen gestanden hat.

Die beiden 2jährigen Gräser Lolium perenne und Dactylis glomerata, geben vom 1. zum 3. Schnitt fallende aber im 4. Schnitt besonders hohe Ernten. Das Fallen der Ernten vom 2. und 3. Schnitt erklärt sich einmal aus der kürzeren Vegetationszeit der Pflanzen in diesen Schnitten, und auf N-Mangel der bei Lolium perenne im 2. und 3. Schnitt, bei Dactylis glomerata im 2. Schnitt

1) A. Pagnoul, Annal, agronomiques 1899, T. 25, pag. 83 (citiert nach Biedermanns Centralblatt 1900).

sich geltend macht. Die N-Düngung nach dem 2. Schnitt hat bei Dactylis glomerata den 3. Schnitt etwas gehoben. Der stärkere 4. Schnitt beider Gräser resultirt einmal aus der längeren Vegetationszeit der Gräser, dann aus der ihnen zum 4. Schnitt gegebenen N Düngung.

Ein Vergleich der Ernten der 1- und 2jährigen Gräser ist nicht möglich, weil sie verschiedene Schnittzeiten haben und verschieden gedüngt sind.

Was die Schnelligkeit der Entwicklung der einzelnen Grassorten anbelangt, so sind große Unterschiede zu konstatieren. Bei allen prozentischen Wasserkapazitäten stehen an erste Stelle Lolium perenne und Lolium italicum, dann folgen Dactylis glomerata und Agrostis stolonifera. Bei den höheren Wassergaben dagegen rückt mit an erste Stelle Dactylis glomerata II und vor allem Agrostis stolonifera. Als Gräser mit verhältnismäßig geringer Entwicklungsfähigkeit sind anzusprechen vor allem Festuca ovina die Poa-Arten und bei geringen Wassergaben Alopecurus pratensis.

Die zweijährigen Gräser sind was die Zahlen der Ernte anbelangt produktiver als die einjährigen. Erstere lieferten vier Ernten, wobei allerdings zu beachten ist, daß bei den zweijährigen Gräsern sofort die Vegetation auf der Basis eines ausgebildeten Wurzelsystems erfolgen konnte, während die einjährigen Gräser sich im Laufe der Vegetationsperiode erst eine solche schaffen mußten, andererseits erreichen die einjährigen Gräser im Vergleich zu den zweijährigen in den späteren Ernten Erträge von bedeutender Höhe.

In der Reaktionsfähigkeit der Gräser auf Wasser sind ebenfalls erhebliche Unterschiede zu verzeichnen.

Um eine genauere Beurteilung der Zahlen zu ermöglichen führe ich die auf S. 16 und 17 zusammengestellten Zahlen noch einmal an.

	45	58	71	84	45	58	71	84
Lolium perenne II	33,4	56,9	96,8	135,8	100	170,4	289,8	406,6
„ „ I	47,3	79,5	109,*	120,0	100	168,1	230,4	253,7
Dactylis glomerata II	30,1	75,6	**133,7**	**173,7**	100	251,1	**444,2**	**577,1**
„ „ I	41,7	63,6	104,4	131,2	100	152,5	250,3	314,6
Festuca ovina	21,5*	65,1	74,2*	83,7*	100	302,8	345,1	389,3
Alepecurus pratensis	24,*	62,6	94,8	115,8	100	260.8	**395,**	**482,5**
Poa pratensis	31,7	49,8*	76,4*	96,*	100	157,1	241,0	302,8
Festuca rubra	22,*	70,9	86,*	**142,**	100	321,8	**390,9**	**645,5**
Poa trivialis	32,8	42,1*	93,1	100,*	100	128,4	283,8	304,7
Avena elatior	**63,2**	**85,6**	108,7	126,2	100	135,4	172,0	199,8
Lolium italicum	**94,5**	**104,6**	**120,4**	130,8	100	110,7	127,4	138,4
Agrostis stolonifera	**54,3**	**110,9**	**126,0**	**188,8**	100	204,2	232,1	347,7

Agrostis stolonifera hat auf allen, Lolium italicum auf den 3 ersten Avena elatior auf den beiden ersten Feuchtigkeitsstufen den höchsten Ertrag gegeben. Bei 71 % Bodenfeuchtigkeit gehört zu den 3 ertragreichsten Gräsern Dactylis glomerata II und bei 84 % Bodenfeuchtigkeit ebenfalls dieses Gras und Festuca rubra. Den niedrigsten Ertrag gab auf fast allen Feuchtigkeitsstufen, Festuca ovina und Poa pratensis. Bei 45 % Bodenfeuchtigkeit zeichnen sich noch Eestuca rubra und Alopecurus pratensis durch sehr niedrige Erträge aus.

Das Maß der Ertragssteigerung der feucht stehenden gegenüber den

trocken stehenden Gräsern, in Prozenten der Ernte dieser ausgedrückt, wird natürlich abgesehen von der absoluten Höhe der Erträge auf den höheren Feuchtigkeitsstufen durch die Höhe des Ertrags bei 45 % Bodenfeuchtigkeit bestimmt. Es ist am höchsten bei Festuca rubra, Alopecurus pratensis und Da ctylis glomerata.

Festuca rubra scheint hiernach ein die Feuchtigkeit sehr liebendes Gras zu sein.

2. Wurzelbildung.

Bei Heranziehung der Resultate von Topfvegetationsversuchen zur Beantwortung der Frage nach dem Einfluß der einzelnen Vegetationsbedingungen auf die Wurzelentwicklung ist von vornherein zu sagen, daß die gewonnenen Resultate keine absolut richtige Zahlen zu liefern vermögen. Denn die Beschränkung des Bodenraumes ist unzweifelhaft von einem gewissen Einfluß auf die Entwicklung des Wurzelkörpers. Es beweisen dies die Versuche von Hellriegel [1]).

Er sagt am Schluß seiner Betrachtungen über Wurzel und Bodenvolumen: »Wir vermögen nach Berücksichtigung all des Vorhergesagten einen anderen Grund nicht zu finden, als das mechanische Hindernis, welches das beschränkte Bodenvolumen einer größeren Entwicklung des Wurzelsystemes der Versuchspflanzen entgegenstellt und müssen trotz der uns zu Teil gewordenen Belehrung bis auf weiteres noch dabei verharren:

Unter Umständen, die bei der Sandkultur ganz gewöhnlich vorkommen, kann die Größe des Bodenvolumes oder allgemeiner ausgedrückt, der Raum zu einer Ursache werden, welche die Entwicklung der Versuchspflanzen beeinflußt und die Höhe der Produktion beschränkt. Der experimentierende Agrikulturchemiker wird gut tun, auch auf diesen eventuellen Faktor des Pflanzenwachstums sein Augenmerk zu richten, und hat allen Grund, sich jeder Zeit volle Gewißheit zu verschaffen, ob und in wie weit derselbe unter den Verhältnissen, unter denen er arbeitet, wirksam werden kann, wenn er nicht öfters in die Gefahr kommen will, gewisse Erscheinungen in seinen Resultaten Ursachen zuzuschreiben, die nicht das Geringste damit zu tun haben«.

Über die Einwirkung speziell von Düngung und Wasser auf die Entwicklung des Wurzelkörpers finden wir zahlreiche Angaben in der Literatur; von Seelhorst [2]) sagt über die Einwirkung des Bodenreichtums: »durch zweckentsprechende Düngung vermehren wir nicht nur die Ernte, sondern auch in erheblicher Weise die Wurzelbildung«. Er fand ferner in einem Versuch über die Entwicklung der Wurzeln von Haferpflanzen bei verschiedener Feuchtigkeit folgendes Resultat: »Die Ausbildung der oberirdischen Pflanzensubstanz nimmt mit steigendem Wasservorrat des Bodens innerhalb der Versuchs-Grenzen in der Gesamtmasse und dabei sowohl in Korn als im Stroh zu; bei den Wurzeln ist das umgekehrte der Fall«.

»Bei einem geringen Wassergehalt des Bodens trat die relativ größte Ausbildung der Wurzeln, die relativ geringste der oberirdischen Masse ein und zwar

---

1) Hellriegel, Grundlage des Ackerbaues, S. 280.
2) Journal für Landwirtschaft 1900, S. 298—222.

gleichmäßig an Korn und Stroh«. Die Erklärung hierfür ist folgende: »Die zur Mehrausbildung der Wurzeln verwendete organische Substanz und Aschensubstanz wurde der oberirdischen Masse entzogen; die vergrößerte Wurzelmasse war aber doch nicht im Stande, die zur reichlichen Entwicklung von Korn und Stroh nötigen Nährstoffe, hier vor allem das nötige Wasser zu liefern«.

Die im Anhang folgende Tabelle II bringt die, durch sorgsame Anwachsung, gewonnenen Wurzelmassen, lufttrocken gewogen in g. Die Auswaschungen erfolgten alle gleichzeitig in der Zeit vom 10.—15. Oktober 1911.

Was die Beeinflussung der Beschränkung des Bodenraumes auf die Entwicklung der Wurzeln betrifft, so spielt sie hier eine verhältnismäßig nur geringe Rolle, da es uns ja hier nur auf Vergleichszahlen ankommt und trockene und feuchte Töpfe doch durch die Beschränkung wohl ungefähr gleichmäßig beeinflußt werden.

Zunächst geht auch hier auf das deutlichste hervor, daß bei zunehmender Feuchtigkeit das Wurzelgewicht wächst. Doch auch unter den verschiedenen Gräsern haben wir recht deutliche Unterschiede.

Nun kann man wohl nicht sagen, daß gerade das Wurzelsystem, welches die meisten und längsten Wurzeln und somit das höchste Gewicht hat, immer das größte Wurzelvermögen besitzt, denn es können dabei auch die mehr oder weniger sich bildenden Wurzelhaare, die durch die sauren Wurzelausscheidungen bedingte Aufschließungskraft für Nährstoffe und eine Reihe anderer Faktoren in Betracht kommen, Momente, welche zwar in ihrer Gesamtheit, aber nicht in ihrer Einzelwirkung festzustellen sind.

Wenn wir zunächst die Wurzeln unserer Gräser äußerlich betrachten, so finden wir, daß die Wurzelsysteme der verschiedenen Sorten recht verschieden ausgebildet sind: in Bezug auf Zahl und Dicke der stärkeren Wurzeln, die Anzahl, Länge und Ausbildungs- und Verzweigungsweise der feineren Fasern, dann in allen Abstufungen der Färbung von weiß bis schwarzbraun.

Abgestorbene Wurzeln waren in den dichten Filzen meist nur in sehr geringer Menge enthalten. Auffallend war die starke Verzweigung der feinen Fasern und die Färbung der Wurzeln bei den beiden Festuca-Arten.

Während bei Agrostis stolonifera und Lolium perenne und italicum die Wurzeln weniger verzweigt und stärker waren als bei ersteren und ihre Farbe weiß resp. gelblich war, zeigte Festuca rubra eine deutlich rötlichbraune und Festuca ovina eine tief schwarzbraune Färbung der Wurzeln.

Auf diese Dinge, die alle für die richtige Beurteilung des physiologischen Wertes des Unterschiede in den Wurzelgewichten im Zusammenhang mit den Tiefen der hauptsächlich durchwurzelten Erdschichten zu beachten sind, näher einzugehen, wird die Aufgabe anderer Arbeiten sein.

Die Tabelle I zeigt zunächst, daß mit steigender Feuchtigkeit die Wurzelmengen zunehmen.

Besonders groß ist das Wurzelgewicht bei Agrostis stolonifera und den

---

1) Der Einfluß, welchen der Wassergehalt und der Reichtum des Bodens auf die Ausbildung der Wurzeln und der oberirdischen Organe der Haferpflanze ausüben von M. Tucker und C. von Seelhorst. Journal für Landwirtschaft 1898, S. 52—63.

beiden Festuca-Arten. Doch ist zu bemerken, daß die beiden letzteren zweijährig sind.

Außerdem können wir die Entwicklung der Wurzelmassen zweier Gräser derselben Sorten in einem und in zwei Jahren vergleichen. Es sind dies Lolium perenne ein- und zweijährig und Dactylis glomerata.

Eine deutliche Zunahme im zweiten Jahre bestand bei Dactylis glomerata,

Bei dem englischen Raygras war diese Zunahme nur ganz unbedeutend so daß man annehmen kann, daß Lolium perenne unter den günstigen Wachstumsbedingungen schon im ersten Jahre das Maximum der Wurzelmenge erreicht hat.

Das Wurzelgewicht beträgt in g bei einer Bodenfeuchtigkeit von:

		48 %	58 %	71 %	84 %
bei Lolium perenne	II	22,5	42,5	45,5	54,5
„ „ „	I	30	36	45	47
„ Dactylis glomerata	II	51	79	95	124,5
„ „ „	I	30,5	30	49	70

Zu einem ähnlichen Resultat kommt Remy [1]) in seinen Versuchen mit Lolium perenne und Festuca pratensis.

Kraus [2]) sucht die Wurzel- Zu- und Abnahme bei ein- und mehrjährigen Gräsern folgendermaßen zu erklären. Er sagt: »Im Allgemeinen wird die Zunahme der vorherrschende Fall sein, entsprechend der Zunahme der Zahl der Triebe, von denen jeder seine eigenen Wurzeln erzeugt und hiervon in seiner Ausbildung abhängig ist. Die Zunahme ist bei den einzelnen Arten verschieden groß, und es ist denkbar, daß bei besonders raschwüchsigen Arten mit raschem Fortgang der Bestockung, unter sehr günstigen Bedingungen, die Bewurzelung schon im ersten Jahr so groß wird, daß im zweiten nur mehr eine geringe oder gar keine Vergrößerung des Wurzelgewichtes mehr stattfindet, d. h. daß schon sehr zeitig der Verlust an tätigen Wurzeln durch Altern und Absterben einerseits mit dem stetig fortschreitenden Ersatz durch Neubildung anderseits in ein gewisses Gleichgewicht kommt, während in anderen Fällen, wo die Verdichtung des Triebbestandes längere Zeit zunimmt der Ersatz über den Verlust noch länger fort überwiegt. Das ungefähre wohl auch Jahrgangsweise schwankende Gleichgewicht wird vermutlich eher eintreten bei Reinsaaten als bei Mischsaaten von Arten mit ungleicher Entwicklung, in deren Ausbreitungsverhältnis sich außerdem Verschiebungen vollziehen. Wenn beim viermaligen Schnitt die Wurzelmengen geringer waren als beim zweimaligen, so erklärt sich dies aus den gleichen Umstande wie der geringere Tiefgang, nämlich aus der schwächeren Ausbildung der Triebe, wofür deren größere Anzahl einen Ausgleich nicht geben könnte. Im dritten Vegetationsjahr haben bei zwei Schnitten die Wurzelmengen durchweg abgenommen, es hat aber auch die Bestandesdichte nicht mehr zu sondern, wenn auch nur mäßig, abgenommen, da einzelne schwache Pflanzen oder Basalstücke an verbleibenden Stöcken abgestorben sind«. . . . . .

1) Remy, Über den Nahrungsbedarf und die Nahrungsaufnahme einiger ausdauernder Wiesengräser. Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung 1910 S. 3.

2) Kraus, Untersuchungen zu den biologischen Grundlagen des Grasbaues. Fühlings Landw. Zeit. 1911 S. 388.

»Über die Lebensdauer der Graswurzeln, ihrer allenfallsige Wachstumsperiodizität und die Beeinflussung dieser Umstände durch die Nutzungsweise sind noch nähere Untersuchungen anzustellen, es bestehen hierin wesentliche Unterschiede je nach der Fortbildungsweise des Stockes einer Grasart, da danach der Zusammenhang zwischen seinen älteren und jüngeren Teilen verschieden ist.«

Das hohe Wurzelgewicht bei unserem Versuche bei den beiden Festuca Arten ist aber nicht allein darauf zurückzuführen, daß etwa diese beiden Gräser zweijährig waren, sondern beruht auf einer Sorteneigentümlichkeit.

Auch Dactylis glomerata zweijährig zeigt ein ganz bedeutendes Wurzelgewicht. Besonders hoch ist ferner das Wurzelgewicht bei Agrostis stolonifera bei 84 % Bodenfeuchtigkeit; allerdings fehlt es hier an einem Vergleich, da der Paralleltopf wegen zu großer Lückigkeit des Bestandes ausgeschaltet werden mußte.

Daß in dem Verhältnis zwischen Wurzelgewichten und oberirdischer Produktion große Verschiedenheiten bestehen, geht deutlich aus meinem Versuch und auch aus den Angaben in der Litteratur hervor.

Aus den Versuchen von Nobbe[1]) mit Phleum berechnen sich für ausgewachsene Pflanzen auf Hundert Gewichtsteile Trockensubstanz Wurzeln im ersten Vegetationsjahr 320, im zweiten 531 Teile Halme mit Blütenständen. Aus den Mitteilungen von Jamieson[2]) ergaben sich für die erstjährige Vegetation auf 100 Gewichtsteile Wurzeln folgende oberirdische Produktionen: Lolium perenne 151, Dactylis glomerata 372, Festuca pratensis 132, Alepocurus pratensis 118.

In den Versuchen von Remy[3]) trafen auf 100 Teile Wurzeln:

1. Jahr	Lolium	perenne	55,5
2. „	„	„	117,9
„	„	„	219,4
„	„	„	141,8
1. Jahr	Festuca	pratensis	55,3
2. „	„	„	90
„	„	„	149,1
„	„	„	93,3

F. Haberland[4]) pflanzte verschiedene Wiesengräser in Töpfe und bestimmte vor dem Schossen das Gewichtsverhältnis. Von den dort aufgeführten Arten kommen hier nur die folgenden in Betracht, bei denen auf 100 Teile Wurzeln oberirdische Teile trafen:

Agrostis stolonifera 1119, Alepocurus pratensis 338, Lolium perenne 277, Dactylis glomerata 240, Arrhenathrum elatius 94.

Das Verhältnis kann ja durch sehr verschiedene Einflüsse bald zu Gunsten, bald zu Ungunsten des Wurzelwachstums verschoben sein, im Übrigen beeinträchtigen die verschiedenen Entwicklungszustände, in denen die obigen Be-

---

1) Nobbe, Jahresbericht der Agrikulturchemis 1870—72, S. 62.

2) Jahresbericht der Agrikulturchemie 1893, S. 90.

3) Remy, Untersuchungen zu den biologischen Grundlagen des Grasbaues. Fühlings Landwirtschaftl. Zeitung 1910, S. 3.

4) F. Haberlandt, Der allgemeine landwirtschaftliche Pflanzenbau, S. 146. Nach den dortigen Angaben von mir berechnet.

stimmungen gemacht wurden, wie das dabei eingehaltene unterschiedliche Verfahren überhaupt, naturgemäß die Vergleichbarkeit der Befunde.

Ich habe in dem Folgenden die Produktion von 100 Teilen Wurzelmasse für das ganze Jahr also für alle Ernten, und für die dritte Ernte besonders berechnet. Auch hier zeigen sich beträchtliche Unterschiede, wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

100 Gewichtsteile Wurzeln brachten in der ganzen Vegetationszeit:

	bei 45 %	58 %	71 %	84 % Bodenfeuchtigkeit
Lolium perenne IIj.	144 Teile Ernte	120	213	249
Lolium perenne Ij.	158	221	237	255
Dactylis glomerata IIj.	59	96	141	141
Dactylis glomerata Ij.	137	212	213	187
Festuca ovina IIj.	43	71	73	80
Alopecurus pratensis	104	149	198	165
Poa pratensis	86	149	193	274
Festuca rubra IIj.	38	58	68	99
Poa trivialis	164	175	248	265
Avena elatior	164	217	147	208
Lolium italicum	167	133	135	132
Agrostis stolonifera	115	140	154	104
In der letzten Ernte:				
Lolium perenne II	29	35	61	76
Lolium perenne I	95	98	107	90
Dactylis glomerata II	20	25	37	35
Dactylis glomerata I	58	85	83	58
Festuca ovina II	20	40	36	35
Alepocurus pratensis	67	80	109	78
Poa pratensis	35	60	61	80
Festuca rubra II	16	27	27	51
Poa trivialis	122	115	181	171
Avena elatior	65	98	68	111
Lolium italicum	60	39	35	36
Agrostis stolonifera	97	120	154	87

Die Tabelle zeigt deutlich, daß mit wenigen Ausnahmen, mit zunehmendem Wassergehalt des Bodens das Verhältnis von Wurzelmasse zur Ernte größer wird oder mit anderen Worten, daß das gleiche Gewicht Wurzeln bei größerer Feuchtigkeit größere Ernten an oberirdischer Substanz hervorbringt.

Wir sehen auch in diesem Versuch, daß Reichtum an Wasser arbeitersparend im Lebensprozeß der Pflanzen wirkt.

Hinsichtlich der Sorten ergeben sich bei mir, wie die eben mitgeteilten Zahlen zeigen auch recht große Unterschiede.

Unnatürlich ist auch hier das Verhalten von Lolicum italicum, was auch auf das zu frühzeitig erfolgte Absterben dieses Grases zurückzuführen ist. Dieses Gras verhält sich umgekehrt wie die anderen Sorten. Fernerhin ist auffallend, das Verhalten von Dactylis glomerata I, Alopecurus pratensis, Avena elatior, Agrostis stolonifera bei 84 % Feuchtigkeit. Bei dieser Feuchtigkeit, ist das Verhältnis der Wurzelmasse zur Ernte nicht größer, sondern kleiner geworden.

Hierzu ist noch zu erwähnen, daß die Stärke der Bewurzlung der Gräser ihre Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit stark beeinflußt. Es ist ja schließlich leicht zu verstehen, daß die dichte Filzdecke der Gräser, die eine starke Wurzelentwicklung besitzen, die Wasserverdunstung sehr herabsetzen muß; zu diesen Gräsern gehören ganz besonders die Festuca-Arten.

3. Der Wasserverbrauch der Gräser.

A. Der absolute Wasserverbrauch.

In der folgenden Tabelle 3 ist der absolute Wasserverbrauch der verschiedenen Gräser pro Topf sowohl für die einzelnen Ernten, als auch für die ganze Vegetationszeit angegeben. Ich verstehe unter absolutem Wasserverbrauch sowohl das verdunstete, als auch das von den Pflanzen wirklich verbrauchte Wasser. Vielfaeh wurde bei den Versuchen über den Wasserverbrauch verschiedener Kulturpflanzen die Wasserverdunstung der Erde geschätzt. Als Ausgangspunkt für die Schätzung wurde die Verdunstung eines unbestellten im Übrigen ganz gleich behandelten Topfes genommen. Es wurde dann durch Hin- und Herüberlegen versucht die Größe des Einflusses der Beschattung auf die Herabsetzung der Wasserverdunstung der Erde festzustellen. Man rechnete dann also nur mit dem von der Pflanze wirklich verbrauchten Wasser. Diese Schätzung war natürlich eine sehr unsichere, da man die Wirkung, die durch die mehr oder minder große Beschattung der Erde durch die Pflanzen auf die Wasserverdunstung der Erde hervorgebracht wird, absolut nicht richtig schätzen kann. Ich habe daher bei dieser Arbeit nach dem von Seelhorst später geübten Verfahren davon abgesehen, den absoluten Wasserverbrauch der Pflanzen allein festzustellen; ja ich halte es sogar für falsch, da in der Praxis die Verdunstung doch ebenso mitspricht, wie der direkte Wasserverbrauch der Pflanzen, besonders wenn es sich darum handelt, mit dem Wasserverbrauch auf die besser oder schlechter geeignete Anbauungsfähigkeit eines Grases zu schließen.

Für die erste Ernte ist der Wasserverbrauch nicht festgestellt, da, wie bereits erwähnt, der Bestand der einzelnen Gräser infolge der verschiedenen raschen Entwicklungsfähigkeit zu ungleich war, mithin auch die Feststellung des Wasserverbrauchs zu falschen Schlüssen hätte führen können.

Aus der Tabelle 3 geht zunächst hervor, daß die Gräser um so mehr Wasser verbrauchen je größer die Bodenfeuchtigkeit ist.

Die Erklärung des größeren Wasserverbrauches bei größerer Bodenfeuchtigkeit ist verhältnismäßig einfach, denn je mehr Nährstoffe vorhanden sind, d. h. hier in erster Linie Wasser, um so kräftiger entwickelt sich das Gras, und daß wiederum zur Produktion von mehr Masse mehr Wasser verbraucht wird, ist auch

erklärlich, Dazu kommt noch, daß feuchter Boden natürlich mehr Wasser verdunstet als trockner.

Bei dem Vergleich der Zahlen für den absoluten Wasserverbrauch mit den Zahlen für das Gewicht der Ernte ergibt sich, daß der absolute Wasserverbrauch ungefähr mit der Höhe der Ernten paralell geht. Auf den trockenen Böden ist der Wasserverbrauch naturgemäß immer geringer als auf den nassen Böden.

Zur bequemeren Übersicht bringe ich hier folgende Zusammenstellung über den absoluten Wasserverbrauch der 2. und 3. und der Gesamternte, denen Rangzahlen zugefügt sind, welche die Reihenfolge in der Höhe des Wasserverbrauchs zeigen:

II. Ernte.

	bei 45 %		58 %		71 %		84 % Feuchtigkeit.	
Lolium perenne II	2050 g	12*	3610 g	12*	6120 g	12*	9235 g	12*
Lolium perenne I	3730 „	8	6495 „	11	9890 „	10	12650 „	9
Dactylis glomerata II	2730 „	11	6530 „	10	10390 „	9	15400 „	7
Dactylis glomerata I	5425 „	5	7650 „	6	13165 „	6	18470 „	5
Festuca ovina	2845 „	10	6550 „	9	8425 „	11	10695 „	11
Alopecurus pratensis	4865 „	7	9505 „	5	13720 „	5	21560 „	4
Poa pratensis	5335 „	6	7470 „	7	11080 „	7	15010 „	8
Festuca rubra	2950 „	9	7250 „	8	10550 „	8	12505 „	10
Poa trivialis	6910 „	4	10470 „	4	21910 „	2	22295 „	3
Avena elatior	8960 „	3	11060 „	3	15350 „	4	16500 „	6
Lolium italicum	9290 „	2	12335 „	2	18550 „	3	22445 „	2
Agrostis stolonifera	15515 „	1	32165 „	1	35310 „	1	61000 „	1

III. Ernte.

	bei 45 %		58 %		71 %		84 % Feuchtigkeit.	
Lolium perenne II	1815 g	10*	3325 g	9	5610 g	9	8000 g	9
Lolium perenne I	7020 „	3	10160 „	6	15100 „	7	18520 „	7
Dactylis glomerata II	2220 „	8	5960 „	8	10870 „	8	17280 „	8
Dactylis glomerata I	5415 „	6	7760 „	7	15480 „	6	18850 „	6
Festuca ovina	5760 „	4	16345 „	1	18500 „	1	24125 „	2
Alopecurus pratensis	4200 „	7	10550 „	5	17340 „	3	21970 „	3
Poa pratensis	2205 „	9	2625 „	10	3320 „	10	4430 „	10
Festuca rubra	5600 „	5	15770 „	2	17345 „	2	27350 „	1
Poa trivialis	— „	—	— „	—	— „	—	— „	—
Avena elatior	8400 „	2	11740 „	4	17110 „	4	19735 „	4
Lolium italicum	10455 „	1	14905 „	3	16900 „	5	19250 „	5
Agrostis stolonifera	— „	—	— „	—	— „	—	— „	—

* Sind die Rangzahlen.

	Gesamt-Ernte. bei 45 %		58 %		71 %		84 % Feuchtigkeit.	
Lolium perenne II	13620 g	12*	21620 g	10	36480 g	11	65020 g	9
Lolium perenne I	21470 „	5	33310 „	7	49580 „	9	62340 „	10
Dactylis glomerata II	17446 „	7	29270 „	9	75150 „	1	113520 „	2
Dactylis glomerata I	21680 „	4	30820 „	8	67290 „	4	74640 „	6
Festuca ovina	17010 „	9	45790 „	4	53950 „	8	69640 „	8
Alopecurus pratensis	18130 „	6	40110 „	6	62120 „	6	87060 „	3
Poa pratensis	15080 „	10	20190 „	12	28920 „	12	38880 „	12
Festuca rubra	17100 „	8	46040 „	3	55770 „	7	79710 „	5
Poa trivialis	13820 „	11	20940 „	11	43820 „	10	44590 „	11
Avena elatior	34720 „	2	45610 „	5	64920 „	5	72470 „	7
Lolium italicum	39490 „	1	56480 „	2	70900 „	2	83390 „	4
Agrostis stolonifera	31030 „	3	64330 „	1	70620 „	3	122000 „	1

Der Tabelle zufolge würde man zum Anbau auch Böden mit geringen Niederschlägen infolge des geringen absoluten Wasserverbrauchs folgende Gräser empfehlen: Festuca ovina, Poa pratensis, Poa trivialis, Lolium perenne II.

Den höchsten absoluten Wasserverbrauch hatten Dactylis glomerata, Lolium italicum, Agrostis stolonifera und Avena elatior. Diese Gräser würde man daher nur für Gegenden mit reicheren Niederschlägen empfehlen können. Lolium perenne I und Alopecurus pratensis nehmen ungefähr die Mittelstellung ein.

Hierzu sei noch bemerkt, daß man aus den Zahlen des absoluten Wasserverbrauchs natürlich nicht berechtigt ist, ohne weiteres auf die mehr oder weniger geeignete Anbaufähigkeit einer Grassorte zu schließen; die großen Schwankungen der Rangzahlen zeigen ja zur Genüge, daß durch die Einwirkung von einer Menge Faktoren diese Zahlen veränderlich sind.

B. Der relative Wasserverbrauch.

Der relative Wasserverbrauch, d. h. derjenige Wasserverbrauch, der zur Erzeugung von 1 g oberirdischer Substanz notwendig ist, ist für die Anbaufähigkeit einer Grassorte von größerer Bedeutung als wie der absolute Wasserverbrauch. Den relativen Wasserverbrauch des Grases des vorliegenden Versuches zeigt Tabelle 4.

Aus der Tabelle geht zunächst hervor, daß der Wasserverbrauch der Gräser zur Erzeugung von 1 g Trockensubstanz an oberirdischer Masse bei den einzelnen Sorten verschieden ist. Es scheint hier zum Teil das umgekehrte Verhältnis wie beim absoluten Wasserverbrauch zu herrschen. So zeigen z. B. Festuca ovina, Poa pratensis einen hohen relativen Wasserverbrauch. Bei genügender Beschattung ist ferner auf dem trockenen Boden der geringste relative Wasserverbrauch.

Die ein und zweijährigen Gräser unterscheiden sich von einander dadurch, daß die zweijährigen einen nicht unbedeutend höheren relativen Wasserverbrauch aufweisen, als wie die einjährigen, wie die folgende kleine Zusammenstellung zeigt.

---

* Sind die Rangzahlen.

Nur Dactylis glomerata I, bildet bei 71 % Feuchtigkeit eine Ausnahme. Hier hat das einjährige Gras einen größeren relativen Wasserverbrauch als das zweijährige. Der Grund in dem größeren Wasserverbrauch bei den zweijährigen Gräsern ist vielleicht in dem allmähligen Absterben der Gräser zu suchen.

Zur Gesamternte.

	45 %	58 %	71 %	84 % Feuchtigkeit.
Lolium perenne II	830 g	822 g	740 g	855 g
Lolium perenne I	599 „	634 „	670 „	824 „
Dactylis glomerata II	958 „	860 „	889 „	950 „
Dactylis glomerata I	769 „	773 „	980 „	877 „

Bei dem allmähligen Absterben der Gräser dauerte es länger bis Nachwuchs erfolgte, dadurch verdunsteten sie mehr Wasser, da die die Verdunstung herabsetzende Beschattung fehlte.

Als Beweis dafür, daß bei dem relativen Wasserverbrauch fast ein umgekehrtes Verhältnis wie beim absoluten besteht, möge die folgende kleine Zusammenstellung dienen: Der relative Wasserverbrauch war bei der

	II. Ernte,				Gesamternte.			
	bei 45 %	58 %	71 %	84 %	45 %	58 %	71 %	84 %
Agrostis stolonifera	678 g	759 g	821 g	772 g	629 g	677 g	821 g	772 g
Festuca ovina II	1079 „	1024 „	953 „	1113 „	1120 „	920 „	990 „	1227 „

Agrostis stolonifera hatte mit dem höchsten und Festuca ovina den geringsten absoluten Wasserverbrauch. Hier ist das umgekehrte der Fall, was allerdings zum Teil dadurch erklärlich ist, daß Festuca ovina zweijährig war.

Der Berechnung des absoluten und relativen Wasserverbrauches stellten sich eine Reihe von Schwierigkeiten entgegen, die ich zum Teil ja schon erwähnt habe:

1. Sehr häufig war ein ungleicher, lückiger Bestand auf den Töpfen, es schalten daher von vorn herein diejenigen Gräser vom Vergleiche aus, wo es an Paralleltöpfen fehlt. Fast überall, wo ein unnormaler hoher relativer Wasserverbrauch war, war ein lückiger Bestand.

   Bei allen anderen Kulturpflanzen läßt sich leicht ein verhältnismäßig gleicher Bestand hervorbringen: bei den Gräsern war es aus allerhand Gründen trotz der größten Bemühungen nicht möglich.

2. Fast alle Gräser hatten eine verschiedene rasche Entwicklung, mithin mußten die Ernten zum Teil zu verschiedenen Zeiten vorgenommen werden; das geht aus der diesbezüglichen Tabelle hervor. Es können also auch die Zahlen über den Wasserverbrauch schlecht miteinander verglichen werden, da in den verschiedenen Vegetationszeiten verschiedene Temperaturen geherrscht haben und so Verdunstung und Transpiration also der Wasserverbrauch zu den verschiedenen Zeiten ganz verschieden war. Aus diesen beiden Gründen erklären sich zum Teil die großen Schwankungen in den Rangzahlen der Tabellen 3, 4 und 5. Versucht man aber die

Erntezeiten zusammen zu legen, wie ich es bei der ersten Ernte getan habe, so fingen die schneller sich entwickelnden Gräser an, abzusterben: so z. B. Lolium italicum.

In dem Folgenden lasse ich eine kurze Zusammenstellung des relativen Wasserverbrauches der gleichzeitig gemachten Ernten folgen.

Die erste und dritte Ernte wurden annähernd bei allen Gräsern zu ungefähr derselben Zeit, die zweite zu verschiedenen Zeiten vorgenommen. Infolgedessen ist die Vegetationsdauer der zweiten und der dritten Ernte bei den einzelnen Gräsern verschieden groß. Somit läßt sich auch der Wasserverbrauch, der zur Erzeugung der zweiten resp. der dritten Ernte notwendig war, nur bei den Gräsern miteinander vergleichen, welche ungefähr zu dem gleichen Termine geschnitten waren.

Zu ungefähr derselben Zeit fand die zweite und dritte Ernte bei folgenden Gräsern statt, die ich hiermit vergleiche.

Der relative Wasserverbrauch war:

Zweite Ernte bei	45 %	58 %	71 %	84 % Feuchtigkeit.
Dactylis glomerata I	1025 g	1055 g	936 g	823 g
Alopecurus pratensis	2282 „	1164 „	903 „	946 „
Avena elatior	778 „	854 „	919 „	1216 „
Lolium italicum	683 „	795 „	1208 „	1308 „

Dritte Ernte bei	45 %	58 %	71 %	84 % Feuchtigkeit.
Dactylis glomerata I	616 g	612 g	764 g	933 g
Alopecurus pratensis	550 „	628 „	662 „	872 „
Avena elatior	666 „	610 „	682 „	595 „
Lolium italicum	620 „	964 „	1070 „	1085 „

Gesamt-Ernte bei	45 %	58 %	71 %	84 % Feuchtigkeit.
Dactylis glomerata I	769 g	773 g	980 g	877 g
Alopecurus pratensis	930 „	800 „	750 „	908 „
Avena elatior	720 „	705 „	775 „	761 „
Lolium italicum	648 „	910 „	1140 „	1195 „

Zweite Ernte bei	45 %	58 %	71 %	84 % Feuchtigkeit.
Lolium perenne II	531 g	850 g	780 g	755 g
Dactylis glomerata II	1034 „	663 „	821 „	842 „
Festuca ovina II	1079 „	1024 „	953 „	1113 „
Festuca rubra II	1136 „	808 „	967 „	675 „

Das Bild, welches diese Zahlen geben, frappiert auf den ersten Blick sehr. Man sollte nach der Erfahrung: »je größer die Ernte um so geringer ist der relative Wasserverbrauch«, erwarten, daß die Zahlen von links nach rechts fallen müßten. Das ist aber nur bei der zweiten Ernte von Dactylis glomerata I der Fall. Bei Alopecurus pratensis ist der Wasserverbrauch bei 84 % Feuchtigkeit höher als bei 71 % und bei Avena elatior und Lolium italicum der zweiten Ernte und bei der dritten Ernte überall mit Ausnahme von Avena elatior finden wir

das Gegenteil. Die Zahlen für die 2jährigen Gräser sind gänzlich unregelmäßig.

Die Erklärungen für die Abweichungen sind in 3 verschiedenen Ursachen zu suchen.

Einmal wird die Höhe des Wasserverbrauchs durch die Dichte des Bestandes beeinflußt. Diese wieder ist abgesehen von der Stärke der Einsaat von der Menge der zur Verfügung stehenden Nährstoffe abhängig. Die Bestandesdichte wirkt dabei verschieden. Einmal wird der Wasserverbrauch der Pflanzen natürlich um so größer, je besser der Bestand ist. Auf der anderen Seite beeinflußt der Bestand der Gräser die direkte Verdunstung der Erde. Je dichter der Bestand, je weniger können Sonne und Wind der Erde das Wasser entziehen, um so geringer ist also die Wasserverdunstung der Erde, oder die Wasserabgabe, welche der Vegetation nicht zu gute kommt.

Der Wasserverbrauch der Pflanzen wird die Wasserverdunstung um so mehr übertroffen, je besser der Bestand ist. Denn je besser dieser, um so mehr verbrauchen die Pflanzen und um so mehr schützen sie gleichfalls durch Beschattung den Boden vor Verdunstung. Das Verhältnis des Wasserverbrauches durch die Pflanzen und der Wasserverdunstung der Erde ändert sich natürlich im Laufe der Vegetation. Je mehr sie fortschreitet, um so mehr verbrauchen die Pflanzen, um so stärker wird der Bodenschutz den sie ausüben, und um so geringer ist mithin die Wasserverdunstung der Erde. Hier ist darauf aufmerksam zu machen, daß nach dem Schneiden die Wasserverdunstung sehr verschieden je nach der Witterung und der Schnelligkeit des Nachwuchses ist.

Von Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1910, S. 221, stellte in einem Versuche die Größe der Verdunstung eines beschatteten und eines nicht beschatteten Bodens fest. Unter den Versuchsbedingungen verdunstete von den beschatteten Flächen 41,3 mm = 13,7 % des gefallenen Regens weniger als von den nicht beschatteten. Verfasser weist dabei auch auf die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse hin, die im einzelnen Fall große Verschiedenheiten bedingen können.

Zweitens ist der verschiedene N-Vorrat des Bodens, der einmal durch die Höhe der Vorernten dann durch die N-Düngung bedingt ist, auf die Größe des relativen Wasserverbrauchs von großem Einfluß. Mit der Abnahme des N-Vorrats nimmt der relative Wasserverbrauch erfahrungsmäßig zu.

Und drittens ist ohne Weiteres anzunehmen, daß mit Zunahme des Wassergehaltes des Bodens eine stärkere Wasserverdunstung desselben eintritt. Diese wird besonders jedesmal nach dem Schnitt sich besonders stark geltend machen.

Betrachten wir unter Berücksichtigung dieser Punkte die für den relativen Wasserverbrauch gefundenen Werte, so erklären sich die Abweichungen von der Regel ohne Mühe.

Die Einwirkung der Dichte des Bestandes ist Mangels genauer Untersuchungen nicht festzustellen —. Anders ist es bezüglich der Einwirkung der N-Düngung. Hierüber ist folgendes anzuführen:

Vor der 2. Ernte hatte Alopecurus pratensis eine N-Düngung nicht erhalten. In folge dessen war die N-Ernährung des Grases bei 84 % Feuchtigkeit weniger reichlich gewesen, während sie bei 45, 58 und 71 % Feuchtigkeit noch genügend gewesen war. Wir finden deshalb ein geringes Ansteigen des relativen Wasser-Verbrauchs bei 84 % Feuchtigkeit. Avena elatior hatte vor dem 2. Schnitt

eine N-Düngung ebenfalls nicht erhalten. Da die Ernten des 1. Schnittes auch bei 58 und 71 % Feuchtigkeit relativ groß gewesen sind, finden wir mit zunehmender Feuchtigkeit eine Zunahme des relativen Wasserverbrauchs des 2. Schnittes. In noch höherem Maße gilt dies für Lolium italicum, obgleich dies eine N-Düngung nach dem 1. Schnitt erhalten hatte. Diese hatte aber den N-Verbrauch desselben nicht genügend ersetzt.

Im 3. Schnitt erklärt sich das Aufsteigen des relativen Wasserverbrauchs von Dactylis glomerata dadurch, daß eine N-Düngung nach dem 2. Schnitt nicht erfolgt ist. Bei Alopecurus pratensis und bei Lolium italicum soll eine solche erfolgt sein. Bei Alopecurus pratensis war sie aber entschieden nicht genügend um den N-Entzug durch die Ernten des ersten und zweiten Schnittes zu ersetzen. Bei Lolium italicum ist sie entweder nicht erfolgt, worauf der niedrige N-Gehalt der Ernten auf das deutlichste hinweist, oder das Gras war beim 2. Schnitt zu reif gewesen und hat deshalb den in der Düngung gegebenen N nicht mehr verwerten können.

Der Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf den Wasserverbrauch läßt sich durch die Verbrauchszahlen nicht direkt nachweisen.

Die Abweichungen im relativen Wasserverbrauch des dritten Schnittes von Avena elatior, so wie die Zahlen des relativen Wasserverbrauchs der Gesamternte sind nur durch das Zusammen- resp. Gegeneinanderwirken aller 3 Faktoren zu erklären.

Sichere Schlüsse auf den relativen Wasserverbrauch der im Versuch benutzten Gräser lassen sich somit aus den mitgeteilten Zahlen nicht ziehen. Man kann nur schließen, daß die äußeren Verhältnisse einen größeren Einfluß auf ihn ausüben als die Sorte.

Für die landwirtschaftliche Praxis ergeben die Untersuchungen aber doch die klare Lehre, daß für eine dichte Narbe und gute Düngung zu sorgen ist, wenn man den Wasservorrat des Boden möglichst gut ausnutzen will.

4. Der N-Gehalt der Ernten.

Der prozentische N-Gehalt des lufttrockenen Grases ist in der Anhangs-Tabelle 6 aufgeführt. In derselben findet man ferner Angaben über die in den Ernten enthaltenen N-Mengen.

Der N-Gehalt der Ernten wird, wie zahlreiche Versuche zeigen, in hohem Maße von den Vegetationsbedingungen beeinflußt, unter denen die Witterungsverhältnisse und der Bodenreichtum die erste Stelle einnehmen. Niederschlagsreiche Jahre verringern die Qualität der Ernte.

Gerade in diesem Jahre kann man oft von praktischen Landwirten hören, daß das Stroh in hervorragender Weise füttert.

Die Erklärung hierfür ist einfach. Wir haben in diesem trockenen Jahre einen selten hohen Stickstoffgehalt des Strohs gehabt.

Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes erfolgte im vorliegenden Versuche nach der Methode von Kjeldahl.

Dabei wurde nicht die Ernte jedes einzelnen Topfes untersucht, sondern jedesmal die Ernte der Paralleltöpfe zusammen, da sonst, wenigstens bei den

trockenen Töpfen nicht genügend Material vorhanden gewesen wäre und ein Vergleich nicht hätte stattfinden können. Natürlich erfolgte dieses Zusammenwerfen der Ernten nur bei ungefähr gleichen Beständen. Waren die Bestände ungleich, so wurde nur die Ernte desjenigen Topfes untersucht, dessen Ernte als normal anzusehen war.

Auffallend ist die annähernde Gleichmäßigkeit der N-Gehalts in der ersten Ernte. Unnormal ist dabei der geringe N-Gehalt von Poa pratensis, was auf sehr starken Mehltaubefall zurückzuführen ist. Bei den späteren Ernten ändert sich dieses Bild offensichtlich aus Gründen, die weiter unten dargelegt werden.

Der prozentische N-Gehalt der Ernte ist im hohem Maße von der Höhe derselben, und da diese wieder von dem Wassergehalt abhängig ist, auch vom Wassergehalt der Erde abhängig. Er nimmt im allgemeinen mit steigenden Ernten resp. steigendem Wassergehalt des Bodens ab. Vorausgesetzt hierbei ist, daß die sonstigen Vegetationsbedingungen gleich sind.

Alle bisher mitgeteilten Versuchsresultate zeigen die bedeutende Beeinflussung des Futterwertes der Kulturpflanzen durch die Bodenfeuchtigkeit. Sie zeigen sämtlich, daß mit der Zunahme der Feuchtigkeit der Erde unter sonst gleichen Verhältnissen der N-Gehalt der Gramineen sehr rasch und zwar um so rascher abnimmt, je N ärmer der Boden ist.

Nun ist es aber ausgeschlossen, daß es bei unserem Versuch an N im Boden gefehlt hat, da ich jedesmal, wenn ich annehmen konnte, daß dem Boden eine größere Menge N durch die Ernten entzogen war, den Verlust an N durch Gaben von Chilesalpeter, der in dem gegebenen Wasser gelöst war, wieder ausgeglichen habe, was die diesbezügliche Tabelle über Stickstoffeinnahme und Ausgabe zeigt.

Höchst auffallend sind daher die zum Teil so geringen Erträge der dritten Ernte und der niedrige Stickstoffgehalt derselben. Erklären kann man sich das nur dadurch, daß die Stickstoffnachdüngung zum Teil wirkungslos geblieben ist, da die Gräser zum Teil schon anfingen, abzusterben; oder auch die Nachdüngung wurde zum Aufbau der großen Wurzelmasse verwendet und hier als Reservestoffe niedergelegt, somit also der Produktion der oberirdischen Substanz entzogen.

Das erste trifft ganz besonders, wie bereits schon öfter erwähnt, für Lolium italicum zu, was bereits nach der ersten zu spät erfolgten Ernte anfing abzusterben. Allerdings kann hier auch ein Irrtum bei der Düngung begangen sein.

Für die Praxis ergibt sich daraus folgender wichtiger Satz: daß man bei Wiesen auf rechtzeitiges Mähen, und bei Weiden auf das rechtzeitige Hinaustreiben des Viehes auf dieselben streng zu achten hat, d. h. das Reifwerden der Gräser nach Möglichkeit zu verhindern hat, da durch das Reifwerden der Gräser dieselben früher absterben, die Nachernten geringer werden, und der Stickstoffgehalt derselben in ganz rapider Weise zurückgeht.

Zu der Beantwortung der mehr praktischen Frage welche Gräser zum Anbau in größerem Umfange zu empfehlen sind, glaube ich durch die Resultate meiner Arbeit doch einige bemerkenswerte Fingerzeige gegeben zu haben.

Die Untersuchungen zeigten, daß nicht nur die einzelnen Grassorten, sondern auch die Gräser derselben Art sich verschieden bei verschiedener Feuchtigkeit des Bodens verhalten.

Haben wir es mit einem sehr trockenen Boden zu tun, und haben wir nur sehr geringe Niederschläge zu erwarten, so wird sich der Anbau von Poa pratensis, Festuca rubra und Festuca ovina besonders empfehlen. Ihr absoluter Wasserverbrauch ist verhältnismäßig ein recht geringer; auch stellen sie scheinbar keine großen Ansprüche an den Nährstoffreichtum eines Bodens. Der Nachteil dieser Gräser jedoch ist, daß sie nur verhältnismäßig geringe Ernten bringen.

Ist der Boden reich an Nährstoffen, und können wir auf etwas mehr Niederschläge rechnen, so wird sich der Anbau von Lolium italicum, Agrostis stolonifera, Avena elatior, Poa trivialis und Lolium perenne recht empfehlen. Da diese Gräser recht hohe Ernten bringen, so ist ihr absoluter Wasserverbrauch natürlich ein größerer, jedoch ihr relativer ein geringer.

Auf sehr nassem Boden wird sich der Anbau von Dactylis glomerata Agrostis stolonifera, Alopecurus pratensis und Lolium italicum am meisten lohnen.

Hinsichtlich ihres Stickstoffgehaltes können wir all die Gräser zum Anbau empfehlen. Allerdings zeigen sie einen hohen Stickstoffgehalt nur bei günstigen und normalen Bedingungen, wie wir es ja bei der ersten Ernte gesehen haben, ungünstige Einwirkungen jeder Art vermögen den N-Gehalt in beträchtlicher Weise herabzusetzen.

Die zum Schluß folgende kleine Tabelle soll als Beweis dienen, daß der prozentische Stickstoffgehalt bei den auf trockenem Boden gewachsenen Gräsern ein größerer ist als der auf dem nassen Boden gewachsenen Gräsern und daß die Menge des geernteten Stickstoffes sich umgekehrt verhält. Es betrug der prozentische N-Gehalt und die N-Ernte bei einer Bodenfeuchtigkeit von:

Zweite Ernte bei	45 %	58 %	71 %	84 %	45 %	58 %	71 %	84 %
Lolium perenne II	3,10 %	3,09 %	2,99 %	2,89 %	0,24 g	0,25 g	0,47 g	0,71 g
Lolium perenne I	3,29 „	3,89 „	3,11 „	2,81 „	0,24 „	0,66 „	0,78 „	0,82 „
Dactylis glomerata II	3,21 „	3,18 „	3,08 „	3,20 „	0,17 „	0,46 „	0,81 „	1,20 „
Dactylis glomerata I	2,88 „	3,08 „	3,10 „	2,92 „	0,31 „	0,45 „	0,87 „	1,31 „
Festuca ovina	2,98 „	2,79 „	2,42 „	2,00 „	0,16 „	0,36 „	0,33 „	0,39 „
Alopecurus pratensis	3,28 „	3,15 „	2,97 „	2,90 „	0,14 „	0,52 „	0,90 „	1,32 „
Poa pratensis	2,95 „	2,86 „	2,86 „	2,83 „	0,35 „	0,54 „	0,86 „	1,22 „
Festuca rubra	2,98 „	2,76 „	2,06 „	3,04 „	0,16 „	0,51 „	0,45 „	1,12 „
Poa trivialis	3,28 „	3,25 „	2,66 „	2,65 „	0,80 „	0,89 „	1,81 „	1,71 „
Avena elatior	2,46 „	2,49 „	2,64 „	2,37 „	0,57 „	0,65 „	0,89 „	0,81 „
Lolium italicum	3,08 „	2,45 „	1,75 „	1,62 „	0,84 „	0,76 „	0,54 „	0,56 „
Agrostis stolonifera	3,63 „	2,39 „	2,15 „	1,33 „	1,20 „	2,27 „	1,86 „	2,10 „

Ich hoffe durch die vorliegende Arbeit, die Frage über den Wasserverbrauch der verschiedenen Gräser unter verschiedenen Verhältnissen wenn auch nicht geklärt, so doch — trotz der Fehler und Ungenauigkeiten, welche dem Versuch anhängen und auf die ich wiederholt hingewiesen habe, — zu ihrer Lösung zu einem bescheidenen Teile beigetragen zu haben.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die wesentlichen Resultate der vorliegenden Arbeit lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Erhöhter Wassergehalt hat bei allen Gräsern genützt.
2. Die Wirkung ist bei den die Feuchtigkeit liebenden Gräsern (Lolium italicum, Agrostis stolonifera, Avena elatior) eine bedeutend größere als bei den die Trockenheit gut aushaltenden Gräsern (Poaarten und Festuca ovina).
3. Auch bei 45 und 58 % Feuchtigkeit gaben die die Feuchtigkeit gut aushaltenden Gräser, so Avena elatior und Agrostis stolonifera bedeutend höhere Ernten als die die Trockenheit gut aushaltenden Gräser Festuca ovina und Festuca rubra.
4. Der absolute Wasserverbrauch der einzelnen Grassorten zur Erzeugung von 1 g Trockensubstanz an oberirdischer Masse ist verschieden.
5. Der absolute Wasserverbrauch steigt mit den Höhen der Ernten, da die Ernten auf trockenem Boden geringer sind als auf dem feuchteren ist er dementsprechend auf jenem geringer als auf diesem.
6. Die Wurzelentwicklung wird ebenfalls durch die Feuchtigkeit des Bodens beeinflußt. Mit steigendem Wassergehalt wächst das Wurzelgewicht.
7. Das Wurzelgewicht ist in den einzelnen Sorten verschieden. Ein besonders großes Wurzelgewicht besitzen die beiden Festucaarten.
8. Der prozentische Stickstoffgehalt ist bei den auf trockenem Boden gewachsenen Gräsern ein größerer, als bei den auf nassem Boden gewachsenen Gräsern.
9. Die Menge des geernteten Stickstoffes verhält sich umgekehrt; mit Ausnahme bei Lolium italicum.
10. Die Wirkung des nachträglich gegebenen Stickstoffes kommt bei diesem Versuch nicht immer zur Geltung, da verschiedene Gräser nach einer zu spät erfolgten Ernte anfingen abzusterben, und auch bei der starken Wurzelentwicklung ein großer Teil des Stickstoffes in den Wurzeln als Reservestoff niedergelegt wurde, also somit der Produktion an oberirdischer Substanz entzogen wurde.
11. Der Berechnung und dem Vergleich des Wasserverbrauchs stellten sich eine Reihe von Schwierigkeiten entgegen:
    a) sehr häufig war ein ungleicher lückiger Bestand auf den Paralleltöpfen vorhanden;
    b) Die Gräser haben eine verschieden rasche Entwicklung; mithin mußte ein großer Teil der Ernten zu verschiedenen Zeiten vorgenommen werden. Es können also auch die Zahlen über den Wasserverbrauch schlecht miteinander verglichen werden, da in den verschiedenen langen Vegetationszeiten auch verschiedenen Temperaturen geherrscht haben, und somit der Wasserverbrauch auch sehr verschieden sein mußte, was dann eben nicht allein auf die Eigenart der Gräser sondern auf andere ungünstige Verhältnisse zurückzuführen ist.

Tabelle I. **Ernten in g, lufttrocken gewogen.**

45 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte.	Erntezeit.	I. Ernte. a	b	s	Erntezeit.	II. Ernte. a	b	s	Erntezeit.	III. Ernte. a	b	s	Erntezeit.	IV. Ernte. a	b	s	S.: ohne I. Ernte.	Nr.
Lolium perenne II.	15/5.	11	6	17	21/6.	4	3,7	7,7	27/7.	1,2	1	*2,2*	10/10.	4	2,5	6,5	16,4	1
„ „ I.	26/6.	5,9	5,6	11,5	27/7.	3,8	3,6	7,4	9/10.	12	16,4	28,4	—	—	—	—	35,8	2
Dactylis glom. II.	15/5.	7	4,9	11,9	2/6.	2,3	3	5,3	3/8.	1,1	1,6	*2,7*	10/10.	4,4	5,8	10,2	18,2	3
„ „ I.	5/7.	6,7	6,8	13,5	10/8.	5,5	5,1	10,6	9/10.	8,2	9,4	17,6	—	—	—	—	28,2	4
Festuca ovina . .	15/5.	3,3	3	6,3	26/6.	2,5	2,8	5,3	26/9.	3,8	6,1	9,9	—	—	—	—	*15,2*	5
Alopecurus prat. .	3/7.	2,2	2	*4,2*	10/8.	2	2,3	*4,3*	10/10.	7	8,5	15,5	—	—	—	—	19,8	6
Poa pratensis. . .	27/7.	2,8	4,1	*6,9*	3/9.	5,8	6,2	12	7/10.	5,2	7,6	12,8	—	—	—	—	24,8	7
Festuca rubra. . .	15/5.	3,8	3,7	7,5	26/6.	2,5	2,7	*5,2*	2/9.	4	5,3	9,3	—	—	—	—	*14,5*	8
Poa trivialis . . .	3/7.	4,2	—	8,4	10/10.	—	12,2	24,4	—	—	—	—	—	—	—	—	24,4	9
Avena elatior . . .	26/6.	7	8	15	10/8.	11,3	11,7	23	10/10.	12,2	13	25,2	—	—	—	—	48,2	10
Lolium italicum . .	26/6.	18,3	15,3	33,6	3/8.	13,5	13,7	27,2	9/10.	17,5	16,2	33,7	—	—	—	—	60,9	11
Agrostis stolonifera	3/7.	3,6	5	8,6	10/10.	23	22,7	45,7	—	—	—	—	—	—	—	—	45,7	12

58 % Bodenfeuchtigkeit.

Lolium perenne II.	wie bei 45 % Bodenfeuchtigk.	15,5	15,1	30,6	wie bei 45 % Bodenfeuchtigk.	4,2	3,8	*8*	wie bei 45 % Bodenfeuchtigk.	2	1,5	*3,5*	wie bei 45 % Bodenfeuchtigk.	7,3	7,5	14,8	*26,3*	1
„ „ I.		14	13	27		8,4	8,7	17,1		15,4	20	35,4		—	—	—	52,5	2
Dactylis glom. II.		15,3	14,7	30		6,4	8	14,4		5,1	6,2	*11,3*		11,3	8,7	19,9	45,6	3
„ „ I.		11,4	12,3	23,7		7,1	7,4	14,5		13,4	12	25,4		—	—	—	39,9	4
Festuca ovina . .		7,2	8,1	15,3		6,5	6,3	*12,8*		20	17	37		—	—	—	49,8	5
Alopecurus prat. .		6,6	5,9	*12,5*		9,2	7,3	16,5		17,2	16,4	33,6		—	—	—	50,1	6
Poa pratensis . . .		4,3	6,5	*10,8*		10,4	8,6	19		9	11	20		—	—	—	39	7
Festuca rubra . . .		9,3	10	19,3		8	10	18		16,5	17,1	33,6		—	—	—	51,6	8
Poa trivialis . . .		7,6	6,9	14,5		13,1	14,5	27,6		—	—	—		—	—	—	*27,6*	9
Avena elatior . . .		9,9	11	20,9		11,3	14,9	26,2		20,5	18	38,5		—	—	—	64,7	10
Lolium italicum . .		21,4	21,2	42,6		15,3	15,7	31		16,5	14,5	31		—	—	—	62	11
Agrostis stolonifera		8	7,9	15,9		45	40	95		—	—	—		—	—	—	95	12

71 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte.	Erntezeit.	I. Ernte. a	b	s	Erntezeit.	II. Ernte. a	b	s	Erntezeit.	III. Ernte. a	b	s	Erntezeit.	IV. Ernte. a	b	s	S: ohne I. Ernte.	Nr.
Lolium perenne II.	15/5.	23,2	24,3	47,5	21/6.	7,4	*8,3*	*15,7*	27/7.	3,8	2,1	*5,9*	10/10.	16,5	11,2	27,7	*49,3*	1
„ „ I.	26/6.	20	15	35	27/7.	14	11	25	9/10.	24	25	**49,0**	—	—	—	—	74	2
Dactylis glom. II.	15/5.	23,2	25,9	**49,2**	2/6.	12,1	13,2	25,3	3/8.	11,6	12	*23,6*	10/10.	16,6	19	35,6	**84,5**	3
„ „ I.	5/7.	16	19,7	35,7	10/8.	13,7	14,4	28,1	9/10.	19,4	21,2	40,6	—	—	—	—	68,7	4
Festuca ovina . .	15/5.	9,1	10,7	19,8	26/6.	9,5	*8,2*	*17,7*	2/9.	21	15,7	36,7	—	—	—	—	*54,4*	5
Alopecurus prat. . .	3/7.	6	—	*12*	10/8.	—	15,2	30,4	10/10.	—	26,2	**52,4**	—	—	—	—	82,8	6
Poa pratensis. . .	27/7.	11	—	*22*	3/9.	—	15,2	30,4	7/10.	—	12	24	—	—	—	—	54,4	7
Festuca rubra. . .	15/5.	15	14,3	29,3	26/6.	9,8	12,2	22	2/9.	15,7	19	34,7	—	—	—	—	56,7	8
Poa trivialis . . .	3/7.	12	13,1	25,1	10/10.	37	31	**68**	—	—	—	—	—	—	—	—	68	9
Avena elatior . . .	26/6.	14,7	10,2	24,9	10/8.	19,1	14,7	33,8	10/10.	26	24	50	—	—	—	—	**83,8**	10
Lolium italicum . .	26/6.	31	27,2	**58,2**	3/8.	15,1	15,6	30,7	9/10.	16	15,5	31,5	—	—	—	—	62,2	11
Agrostis stolonifera	3/7.	20	—	40	10/10.	—	43	**86**	—	—	—	—	—	—	—	—	**86**	12

84 % Bodenfeuchtigkeit.

Lolium perenne II.	wie bei 71 % Bodenfeuchtigk.	28,3	31,4	**59,7**	wie bei 71 % Bodenfeuchtigk.	11,3	13,2	*24,5*	wie bei 71 % Bodenfeuchtigk.	4,1	6	*10,1*	wie bei 75 % Bodenfeuchtigk.	18	23,5	41,5	76,1	1
„ „ I.		21,7	22,7	44,4		16,1	17	33,1		21,5	21	42,5		—	—	—	75,6	2
Dactylis glom. II.		25,1	29,2	54,3		19	19,7	38,7		18,5	18,7	37,2		20,3	23,2	43,5	**119,4**	3
„ „ I.		22,5	23,5	46		22,5	22,3	44,8		20,4	20	40,4		—	—	—	85,2	4
Festuca ovina . .		12,1	14,9	*27*		8,2	11,5	*19,7*		17	20	*37*		—	—	—	*56,7*	5
Alopecurus prat. . .		9,9	—	19,8		22,8	—	45,6		25,2	—	50,4		—	—	—	96	6
Poa pratensis . .		12,5	—	*25*		—	21,5	43		—	14	28		—	—	—	71	7
Festuca rubra . .		15,1	16,4	31,5		17,8	19,3	37,1		37,2	36,2	**73,4**		—	—	—	110,5	8
Poa trivialis . . .		18	17,5	35,5		37,5	27	**64,5**		—	—	—		—	—	—	*64,5*	9
Avena elatior . . .		19,1	11,9	31		17,1	—	34,2		30	37	**67**		—	—	—	95,2	10
Lolium italicum . .		30,2	30,8	**61**		16,9	17,4	34,3		17	18,5	35,5		—	—	—	62,2	11
Agrostis stolonifera		15,4	—	30,8		—	79	**158**		—	—	—		—	—	—	**158**	12

s: ist die Summe der Ernte zweier Paralleltöpfe a und b.
S: ist die Summe der 2., 3. u. 4. Ernte, ohne die erste Ernte, mit dieser Ernte ist der relat. H_2O-Verb. berechnet.
Fette Ziffern = Maximalzahlen. Kursivziffern = Minimalzahlen.

Lolium italicum. Lolium perenne. Avena elatior.

45 % 58 % 71 % 84 % 45 % 58 % 71 % 84 % 45 % 58 % 71 % 85 %

Tabelle II. **Die Wurzeln in g, lufttrocken gewogen.**

Sorte	45 % Feuchtigkeit			58 % Feuchtigkeit			71 % Feuchtigkeit			84 % Feuchtigkeit		
	a	b	S.	a	b	S.	a	b	S.	a	b	S.
Lolium perenne II.	13½	9	*22½*	22½	20	42½	26½	19	45½	22	32½	54½
„ „ I.	13	17	30	18½	17½	36	24½	21½	46	24	23	47
Dactylis glom. II.	24	27	**51**	38	41	79	52	43	95	63	61½	124½
„ „ I.	13	17½	30½	16	14	*30*	24	25	49	33	37	70
Festuca ovina II.	27½	23	50½	46	47½	93½	58	44	**102**	50	55	105
Alopecurus prat.	11	12	23	21½	20½	42	24	—	48	35	—	70
Poa pratensis	17	20	37	16½	17	33½	17½	22	*39½*	17½	—	*35*
Festuca rubra II.	30½	27½	58	55½	67½	**123**	64	63	**127**	64	80	**144**
Poa trivialis	—	10	*20*	10½	13½	*24*	18	19½	*37½*	23½	13½	*37*
Avena elatior	18½	*20*	38½	20	19½	39½	37	—	74	33½	27	60½
Lolium italicum	28	28½	**56½**	38½	40	78½	45½	43½	89	51	48	99
Agrostis stolonifera	23	24	47	42	37	79	41	—	82	91	—	**182**

S.: Die Summe der Wurzeln von den beiden Paralleltöpfen a und b.
Fette Ziffern = Maximalzahlen. Kursivziffern = Minimalzahlen.

Tabelle III a. **Absoluter Wasserverbrauch in g.**

45 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte	II. Ernte			III. Ernte			IV. Ernte			S.
	a	b	D.	a	b	D.	a	b	D.	
Lolium perenne II.	2280	1820	2050	1910	1720	1815	2990	2900	2945	*13620*
„ „ I.	3680	3750	3730	6020	8020	7020	—	—	—	21470
Dactylis glom. II.	2480	2980	2730	1790	2650	2220	3440	4100	3770	17440
„ „ I.	5390	5460	5425	5230	5600	5415	—	—	—	21680
Festuca ovina . .	2960	2730	2845	5800	5520	5760	—	—	—	17010
Alopecurus prat. .	5130	4600	4825	4450	3950	4200	—	—	—	18130
Poa pratensis . .	5160	5510	5335	2080	2330	2205	—	—	—	15080
Festuca rubra . .	2960	2940	2950	5560	5640	5600	—	—	—	17100
Poa trivialis . . .	—	6910	6910	—	—	—	—	—	—	*13820*
Avena elatior . .	8550	9370	8960	7940	8860	8400	—	—	—	34720
Lolium italicum . .	9520	9060	9290	10560	10350	10455	—	—	—	39440
Agrostis stolonifera	15910	15120	15515	—	—	—	—	—	—	31030

58 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte	II. Ernte			III. Ernte			IV. Ernte			S.
	a	b	D.	a	b	D.	a	b	D.	
Lolium perenne II.	3960	3260	3610	3420	3230	3325	3880	3875	3870	21620
„ „ I.	6780	6210	6495	9370	10950	10160	—	—	—	33310
Dactylis glom. II.	6250	6810	6530	5390	6530	5960	6450	7840	7145	39270
„ „ I.	7440	7860	7650	7910	7610	7760	—	—	—	30820
Festuca ovina . .	6340	6760	6550	16710	15980	16345	—	—	—	45790
Alopecurus prat. .	9760	9250	9505	10880	10220	10550	—	—	—	40110
Poa pratensis . .	7000	7940	7470	2660	2390	2625	—	—	—	*20190*
Festuca rubra . .	6660	7840	7250	15480	16060	15770	—	—	—	46040
Poa trivialis . . .	10720	10220	10470	—	—	—	—	—	—	*20940*
Avena elatior . .	10550	11570	11060	12310	11180	11740	—	—	—	45610
Lolium italicum . .	12150	12520	12335	15130	14680	14905	—	—	—	56480
Agrostis stolonifera	32160	32170	32165	—	—	—	—	—	—	64330

71 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte	II. Ernte			III. Ernte			IV. Ernte			S.
	a	b	D.	a	b	D.	a	b	D.	
Lolium perenne II.	5870	6370	6120	5820	5420	5610	6900	6100	6500	*36480*
„ „ I.	10340	9040	9890	14790	15410	15100	—	—	—	4958
Dactylis glom. II.	9810	10970	10390	10350	11400	10870	15920	16700	16310	75150
„ „ I.	12450	13880	13165	15740	15220	15480	—	—	—	67290
Festuca ovina . .	8880	7970	8425	20000	17000	18500	—	—	—	53850
Alopecurus prat. .	13720	—	13720	17340	—	17340	—	—	—	62120
Poa pratensis . .	11040	11140	11080	3510	3130	3320	—	—	—	*28920*
Festuca rubra . .	10280	10820	10550	16870	17800	17335	—	—	—	55770
Poa trivialis . . .	22720	21100	21910	—	—	—	—	—	—	43820
Avena elatior . .	15900	14800	15350	19120	15100	17110	—	—	—	64920
Lolium italicum .	18530	18570	18550	16800	17000	16900	—	—	—	70900
Agrostis stolonifera	35310	—	35310	—	—	—	—	—	—	70620

84 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte	II. Ernte			III. Ernte			IV. Ernte			S.
	a	b	D.	a	b	D.	a	b	D.	
Lolium perenne II.	8700	9770	9235	7500	8500	8000	14150	15400	15275	65020
„ „ I.	12440	12860	12650	18850	18190	18520	—	—	—	62340
Dactylis glom. II.	14680	16000	15400	16720	17840	17280	24120	24160	24140	113520
„ „ I.	18580	18360	18470	19100	18600	18850	—	—	—	74640
Festuca ovina . .	10460	10930	10695	23420	24830	24125	—	—	—	69640
Alopecurus prat. .	21560	—	21560	21970	—	21970	—	—	—	87060
Poa pratensis . .	15010	—	15010	4430	—	4430	—	—	—	*38880*
Festuca rubra . .	12000	13010	12505	26800	27900	27350	—	—	—	79710
Poa trivialis . . .	22890	21700	22295	—	—	—	—	—	—	*44590*
Avena elatior . .	17100	15900	16500	19360	20110	19735	—	—	—	72470
Lolium italicum .	22570	22320	22445	18900	19600	19250	—	—	—	83390
Agrostis stolonifera	61000	—	61000	—	—	—	—	—	—	122000

D : Durchschnittlicher Wasserverbrauch der beiden Paralleltöpfe.
S.: Wasserverbrauch der beiden Töpfe in der ganzen Vegetationszeit.
Fette Ziffern = Maximalzahlen. Kursivziffern = Minimalzahlen.

Tabelle IIIb. **Rangzahlen für den absoluten Wasserverbrauch.**

Sorte	II. Ernte a								III. Ernte b								H_2O-Verbrauch der II. und III. Ernte, bei lol p. II u. dactyl. gl. II auch der IV. Ernte							
	45 %		58 %		71 %		84 %		45 %		58 %		71 %		84 %		45 %		58 %		71 %		84 %	
	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang	H_2O	Rang
Lolium perenne II. . . .	2050	12	3610	12	6120	12	9235	12	1815	10	3325	9	5610	9	8000	9	13620	12	21620	10	36480	11	65020	9
„ „ I. . . .	3730	8	6495	11	9890	10	12650	9	7020	3	10160	6	15100	7	18520	7	21470	5	33310	7	49580	9	62340	10
Dactylis glom. II. . . .	2730	11	6530	10	10390	9	15400	7	2220	8	5960	8	10870	8	17280	8	17440	7	29270	9	75150	1	113520	1
„ „ I. . . .	5425	5	7650	6	13165	6	18470	5	5415	6	7760	7	15480	6	18850	6	21680	4	30820	8	67290	4	74640	6
Festuca ovina	2845	10	6550	9	8425	11	10695	11	5760	4	16345	1	18500	1	24125	2	17010	9	45790	4	53950	8	69640	8
Alopecurus prat.	4865	7	9505	5	13720	5	21560	4	4200	7	10550	5	17340	3	21970	3	18130	6	40110	6	62120	6	87060	3
Poa pratensis	5335	6	7470	7	11080	7	15010	8	2205	9	2625	10	3320	10	4430	10	15080	10	20190	12	28920	12	38880	12
Festuca rubra	2950	9	7250	8	10550	8	12505	10	5600	5	15770	2	17345	2	27350	1	17100	8	46040	3	55770	7	79710	5
Poa trivialis	6910	4	10470	4	21910	2	22295	3	—	—	—	—	—	—	—	—	13820	11	20940	11	43820	10	44590	11
Avena elatior	8960	3	11060	3	15350	4	16500	6	8400	2	11740	4	17110	4	19735	4	34720	2	45610	5	64920	5	72470	7
Lolium italicum	9290	2	12335	2	18550	3	22445	2	10455	1	14905	3	16900	5	19250	5	39490	1	56480	2	70900	2	83390	4
Agrostis stolonifera . .	15515	1	32165	1	35310	1	61000	1	—	—	—	—	—	—	—	—	31030	3	64330	1	70620	3	122000	2

1 = höchster Wasserverbrauch.
12 = geringster Wasserverbrauch.
Bei a und b ist der Wasserverbrauch eines Topfes berechnet; und zwar für die zweite und dritte Ernte.
Bei c der Wasserverbrauch in der ganzen Vegetationszeit für die beiden Paralleltöpfe.

Tabelle IVa. **Relativer Wasserverbrauch.**

45 % Bodenfeuchtigkeit. 58 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte	II. Ernte			III. Ernte			IV. Ernte			S.	II. Ernte			III. Ernte			IV. Ernte			S.
	a	b	D.	a	b	D.	a	b	D.		a	b	D.	a	b	D.	a	b	D.	
Lolium perenne II.	570	492	531	1591	1720	1655	747	1150	948	830	843	858	850	1710	2153	1931	531	516	523	822
„ „ I.	969	1041	1004	501	489	494	—	—	—	*599*	807	714	760	608	547	577	—	—	—	*634*
Dactylis glom. II.	1076	993	1034	1627	1656	1641	782	707	744	958	876	851	863	1056	1053	1054	741	700	720	860
„ „ I.	980	1070	1025	637	595	616	—	—	—	769	1048	1062	1055	590	634	612	—	—	—	773
Festuca ovina	1184	975	1079	1526	905	1215	—	—	—	**1120**	975	1075	1024	835	940	887	—	—	—	**920**
Alopecurus prat.	2565	2000	2282	636	465	550	—	—	—	930	1061	1267	1164	632	623	628	—	—	—	800
Poa pratensis	889	888	888	400	307	353	—	—	—	608	673	923	798	295	235	265	—	—	—	*517*
Festuca rubra	1184	1089	1136	1390	1064	1227	—	—	—	**1106**	832	784	808	938	939	939	—	—	—	892
Poa trivialis	566	—	566	—	—	—	—	—	—	*566*	818	705	761	—	—	—	—	—	—	759
Avena elatior	757	800	778	651	681	666	—	—	—	720	933	776	854	600	621	610	—	—	—	705
Lolium italicum	705	661	683	603	639	620	—	—	—	648	794	797	795	917	1012	964	—	—	—	**910**
Agrostis stolonifera	691	666	678	—	—	—	—	—	—	679	715	804	759	—	—	—	—	—	—	677

71 % Bodenfeuchtigkeit. 84 % Bodenfeuchtigkeit.

Lolium perenne II.	793	767	780	1532	2581	2056	418	545	481	740	770	740	755	1829	1415	1622	786	655	721	855
„ „ I.	738	822	780	616	616	616	—	—	—	670	773	756	764	876	866	871	—	—	—	824
Dactylis glom. II.	811	831	821	892	950	921	959	879	919	889	872	812	842	904	954	922	1185	1041	1110	950
„ „ I.	909	963	936	811	718	764	—	—	—	980	826	823	824	936	930	933	—	—	—	877
Festuca ovina	935	971	953	952	1083	1017	—	—	—	**990**	1275	951	1113	1378	1241	1309	—	—	—	**1227**
Alopecurus prat.	903	—	903	662	—	662	—	—	—	750	946	—	946	872	—	872	—	—	—	908
Poa pratensis	—	733	733	—	292	292	—	—	—	*531*	698	—	698	316	—	316	—	—	—	*548*
Festuca rubra	1048	887	967	1074	937	1005	—	—	—	983	674	675	675	720	771	753	—	—	—	*721*
Poa trivialis	614	681	647	—	—	—	—	—	—	*644*	610	804	707	—	—	—	—	—	—	760
Avena elatior	832	1007	919	735	629	682	—	—	—	775	1000	1432	1216	645	545	595	—	—	—	761
Lolium italicum	1227	1190	1208	1050	1096	1070	—	—	—	**1140**	1335	1282	1308	1112	1059	1085	—	—	—	**1195**
Agrostis stolonifera	821	—	821	—	—	—	—	—	—	821	—	772	—	—	—	—	—	—	—	772

D. ist der durchschnittliche Wasserverbraucb eines Topfes für eine Ernte.
S. ist der durchschnittliche Wasserverbrauch eines Topfes für die ganze Vegetationszeit.
Fette Ziffern = Maximalzahlen. Kursivziffern = Minimalzahlen.

Tabelle IVb. **Die Rangzahlen des relativen Wasserverbrauches.**

Sorte.	Für die II. Ernte.								Für die III. Ernte.								Für die ganze Vegetationszeit.							
Wasser in	45 %		58 %		71 %		84 %		45 %		58 %		71 %		84 %		45 %		58 %		71 %		84 %	
	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.	g	R.
Lolium perenne II.	531	12	850	6	780	9	755	9	1655	1	1931	1	2056	1	1622	1	820	5	822	5	740	9	855	6
„ „ I.	1004	6	761	10	780	10	764	8	494	9	577	9	616	9	871	7	599	11	634	11	670	10	824	7
Dactylis glom. II.	1034	4	863	4	821	7	842	5	1641	2	1054	2	921	5	922	5	958	3	860	4	889	5	950	3
„ „ I.	1025	5	1035	3	936	4	824	6	616	7	612	7	764	6	933	4	769	6	773	7	980	4	877	5
Festuca ovina	1079	3	1024	2	953	3	1113	3	1215	4	887	5	1017	3	1309	2	1120	1	930	1	990	2	1227	1
Alopecurus prat.	2282	1	1164	1	903	6	946	4	550	8	628	6	662	8	872	6	930	4	800	6	750	8	908	4
Poa pratensis	888	7	798	8	733	11	698	11	353	10	265	10	292	10	316	10	608	10	517	12	531	12	548	12
Festuca rubra	1136	2	808	7	967	2	675	12	1227	3	939	4	1605	4	753	8	1106	2	892	3	983	3	721	11
Poa trivialis	566	11	761	11	647	12	707	10	—	—	—	—	—	—	—	—	566	12	759	8	644	11	769	9
Avena elatior	778	8	854	5	919	5	1216	2	666	5	610	8	682	7	595	9	720	7	705	9	775	7	761	10
Lolium italicum	683	9	795	9	1208	1	1308	1	620	6	964	3	1070	2	1085	3	648	9	910	2	1140	1	1195	2
Agrostis stolonifera	678	10	759	12	821	8	772	7	—	—	—	—	—	—	—	—	678	8	677	10	821	6	772	8

R. ist die Rangzahl. 1 die größte Zahl. 12 die kleinste Zahl.

Tabelle V. **Zusammenstellung der Rangzahlen des absoluten und relativen Wasserverbrauches.**

Sorte.	Absoluter Wasserverbrauch.												Relativer Wasserverbrauch.											
	II. Ernte				III. Ernte				Durchschnitt.				II. Ernte				III. Ernte				Durchschnitt.			
Lolium perenne II.	12	12	12	12	10	9	9	9	12	10	11	9	12	6	9	9	1	1	1	1	5	5	9	6
„ „ I.	8	11	10	9	3	6	7	7	5	7	9	10	6	10	10	8	9	9	9	7	11	11	10	7
Dactylis glom. II.	11	10	9	7	8	8	8	8	7	9	1	1	4	4	7	5	2	2	5	5	3	4	5	3
„ „ I.	5	6	6	5	6	7	6	6	4	8	4	6	5	3	4	6	7	7	6	4	6	7	4	5
Festuca ovina	10	9	11	11	4	1	1	2	9	4	8	8	3	2	3	3	4	5	3	2	1	1	2	1
Alopecurus prat.	7	5	5	4	7	5	3	3	6	6	6	3	1	1	6	4	8	6	8	6	4	6	8	4
Poa pratensis	6	7	7	8	9	10	10	10	10	12	12	12	7	8	11	11	10	10	10	10	10	12	12	12
Festuca rubra	9	8	8	10	5	2	2	1	8	3	7	5	2	7	2	12	3	4	4	8	2	3	3	11
Poa trivialis	4	4	2	3	—	—	—	—	11	11	10	11	11	11	12	10	—	—	—	—	12	8	11	9
Avena elatior	3	3	4	6	2	4	4	4	2	5	5	7	8	5	5	2	5	8	7	9	7	9	7	10
Lolium italicum	2	2	3	2	1	3	5	5	1	2	2	4	9	9	1	1	6	3	2	3	9	2	1	2
Agrostis stolonifera	1	1	1	1	—	—	—	—	3	1	3	2	10	12	8	7	—	—	—	—	8	10	6	8

Tabelle VI. **Stickstoffgehalt der Ernten. Stickstoff-Einnahme und -Ausgabe.**

45 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte	I. Ernte				II. Ernte				III. Ernte				IV. Ernte				Summe für 2 Töpfe	
	N. %	N. Ernte	N. Nachdüngung	Zeit der Nachdüngung	N. %	N. Ernte	N. Nachdüngung	Zeit der Nachdüngung	N. %	N. Ernte	N. Nachdüngung	Zeit der Nachdüngung	N. %	N. Ernte	N. Nachdüngung	Zeit der Nachdüngung	des gegebenen N.	des geernteten N.
Lolium perenne II. . . .	3,12	0,50	—	—	3,10	0,24	—	—	2,33	0,05	0,5	27/7.	4,12	0,27	—	—	0,5	1,06
„ „ I. . . .	4,18	0,48	0,5	26/6.	3,29	0,24	0,5	27/7.	3,50	0,99	—	—	—	—	—	—	4	1,71
Dactylis glom. II. . . .	3,43	0,41	—	—	3,21	0,17	0,5	2/6.	3,05	0,08	0,5	3/8.	3,54	0,36	—	—	1	1,02
„ „ I. . . .	3,17	0,43	0,5	5/7.	2,88	0,31	—	—	3,29	0,58	—	—	—	—	—	—	3,5	1,32
Festuca ovina II. . . .	3,41	0,22	—	—	2,98	0,16	0,5	26/6.	2,94	0,29	—	—	—	—	—	—	0,5	0,67
Alopecurus prat.	4,06	0,17	—	—	3,28	0,14	0,5	10/8.	3,68	0,57	—	—	—	—	—	—	3,5	0,88
Poa pratensis	2,68	0,18	0,5	27/7.	2,95	0,35	—	—	3,57	0,46	—	—	—	—	—	—	3,5	0,99
Festuca rubra II. . . .	3,33	0,25	—	—	2,98	0,16	0,5	26/6.	3,09	0,29	—	—	—	—	—	—	0,5	0,70
Poa trivialis	3,63	0,30	0,5	3/7.	3,28	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	1,10
Avena elatior	3,72	0,56	—	—	2,46	0,57	0,5	10/8.	3,14	0,79	—	—	—	—	—	—	3,5	1,92
Lolium italicum	4,13	1,38	0,5	26/6.	3,08	0,84	0,5	3/8.	3,11	1,05	—	—	—	—	—	—	4	3,29
Agrostis stolonifera . .	3,77	0,32	0,5	3/7.	2,63	1,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,5	1,52

58 % Rodenfeuchtigkeit.

																	Alle Töpfe hatten in dem Jahre 3 g N. als Grunddüng. erh.	
Lolium perenne II. . . .	3,08	0,94	—	—	3,09	0,25	—	—	2,88	0,10	1	27/7.	4,07	0,60	—	—	1	1,89
„ „ I. . . .	4,04	1,09	1	26/6.	3,89	0,66	1	27/7.	3,06	1,09	—	—	—	—	—	—	5	2,84
Dactylis glom. II. . . .	3,43	1,03	—	—	3,18	0,46	1	2/6.	3,04	0,34	1	3/8.	3,32	0,66	—	—	2	2,49
„ „ I. . . .	3,16	0,75	1	5/7.	3,08	0,45	—	—	3,38	0,86	—	—	—	—	—	—	4	2,06
Festuca ovina II. . . .	3,21	0,49	—	—	2,79	0,36	1	26/6.	2,31	0,85	—	—	—	—	—	—	1	1,70
Alopecurus prat.	4,02	0,50	—	—	3,15	0,52	1	10/8.	3,26	1,09	—	—	—	—	—	—	4	2,11
Poa pratensis	2,69	0,29	1	27/7.	2,86	0,54	—	—	3,48	0,61	—	—	—	—	—	—	4	1,51
Festuca rubra II. . . .	3,34	0,51	—	—	2,76	0,51	1	26/6.	2,27	0,76	—	—	—	—	—	—	1	1,78
Poa trivialis	3,74	0,54	1	3/7.	3,25	0,89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,43
Avena elatior	3,49	0,73	—	—	2,49	0,65	1	10/8.	3,13	1,20	—	—	—	—	—	—	4	2,58
Lolium italicum	4,01	1,70	1	26/6.	2,45	0,76	1	3/8.	1,38	0,43	—	—	—	—	—	—	5	2,89
Agrostis stolonifera . .	3,74	0,60	1	3/7.	2,39	2,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2,87

71 % Bodenfeuchtigkeit.

Sorte	I. Ernte				II. Ernte				III. Ernte				IV. Ernte				Summe für 2 Töpfe	
	N. %	N. Ernte	N. Naehdüngung	Zeit der	N. %	N. Ernte	N. Nachdüngung	Zeit der	N. %	N. Ernte	N. Nachdüngung	Zeit der	N. %	N. Ernte	N. Nachdüngung	Zeit der	des gegebenen N.	des geernteten N.
Lolium perenne II. . . .	3,02	1,43	—	—	2,99	0,47	—	—	3,04	0,18	1,5	27/7.	3,68	1,01	—	—	1,5	3,09
„ „ I. . . .	3,91	1,31	1,5	26/6.	3,11	0,78	1,5	27/7.	2,41	1,18	—	—	—	—	—	—	6	3,27
Dactylis glom. II. . . .	3,39	1,67	—	—	3,08	0,81	1,5	2/6.	2,94	0,69	1,5	3/8.	3,09	1,09	—	—	3	4,26
„ „ I. . . .	3,03	1,08	1,5	5/7.	3,10	0,87	—	—	3,15	1,28	—	—	—	—	—	—	4,5	3,23
Festuca ovina	3,12	0,62	—	—	2,42	0,33	1,5	26/6.	1,79	0,66	—	—	—	—	—	—	1,5	1,61
Alopecurus prat.	4,01	0,48	—	—	2,97	0,90	1,5	10/8.	3,28	1,72	—	—	—	—	—	—	4,5	3,10
Poa pratensis	2,61	0,58	1,5	27/7.	2,86	0,86	—	—	3,61	0,86	—	—	—	—	—	—	4,5	2,30
Festuca rubra	3,13	0,92	—	—	2,06	0,45	1,5	26/6.	1,59	0,55	—	—	—	—	—	—	1,5	1,92
Poa trivialis	3,79	0,95	1,5	3/7.	2,66	1,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,5	2,76
Avena elatior	3,33	0,83	—	—	2,64	0,89	1,5	10/8.	2,62	1,31	—	—	—	—	—	—	4,5	3,03
Lolium italicum	3,86	2,25	1,5	26/6.	1,75	0,54	1,5	3/8.	1,26	0,41	—	—	—	—	—	—	6	3,20
Agrostis stolonifera . .	3,40	1,36	1,5	3/7.	2,15	1,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,5	3,22

84 % Bodenfeuchtigkeit.

																	Alle Töpfe hatten in dem Jahre 3 g N. als Grunddüng. erh.	
Lolium perenne II. . . .	2,91	1,74	—	—	2,89	0,71	—	—	2,98	0,30	2	27/7.	2,91	0,92	—	—	2	3,67
„ „ I. . . .	3,98	1,77	2	26/6.	2,81	0,82	2	27/7.	1,73	0,74	—	—	—	—	—	—	7	3,33
Dactylis glom. II. . . .	3,30	1,79	—	—	3,20	1,28	2	2/6.	2,95	1,10	2	3/8.	2,63	1,04	—	—	4	5,11
„ „ I. . . .	3,07	1,39	2	5/7.	2,92	1,31	—	—	2,37	0,96	—	—	—	—	—	—	5	3,66
Festuca ovina II.	3,01	0,81	—	—	2,00	0,39	2	26/6.	1,47	0,54	—	—	—	—	—	—	2	1,74
Alopecurus prat.	4,05	0,80	—	—	2,90	1,32	2	19/8.	2,42	1,22	—	—	—	—	—	—	5	3,34
Poa pratensis	2,60	0,66	2	27/7.	2,83	1,22	—	—	3,51	0,98	—	—	—	—	—	—	5	2,86
Festuca rubra II. . . .	3,41	1,07	—	—	3,04	1,12	2	26/6.	2,30	1,69	—	—	—	—	—	—	2	3,88
Poa trivialis	3,85	1,37	2	3/7.	2,65	1,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3,08
Avena elatior	3,35	1,04	—	—	2,37	0,81	2	10/8.	2,33	1,56	—	—	—	—	—	—	5	3,27
Lolium italicum	3,73	2,27	2	26/6.	1,62	0,56	2	3/8.	1,13	0,41	—	—	—	—	—	—	7	3,24
Agrostis stolonifera . .	3,71	1,14	2	3/7.	1,33	2,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3,24

Lebenslauf.

Am 11. August 1886 wurde ich als Sohn des Königlichen Kammerherrn, Rittergutsbesitzers Rudolf von Skrbensky in Groß-Bresa (Kreis Neumark, Prov. Schlesien) geboren. Meine erste Schulbildung erhielt ich im elterlichen Hause. Das Zeugnis der Reife erwarb ich mir am 19. Februar 1908 auf der Königlichen Berger-Oberrealschule zu Posen. Ich studierte dann in Göttingen drei Semester. Im W.-S. 1909 bezog ich die Universität Königsberg i. Pr. Von Michaelis 1910 studierte ich wieder in Göttingen.

Vorlesungen und Übungen besuchte ich bei folgenden Herren Professoren und Dozenten: Berthold, Beyerle, Esser, Ehrenberg, Ehlers, Fleischmann, Hoffmann, Koch, Lehmann, Nachtweh, Peter, Pompeckj, von Seelhorst, Tollens, Wiegner.

Allen meinen verehrten Lehrern spreche ich hierdurch meinen ehrerbietigsten Dank aus.

An dieser Stelle möchte ich aber nicht versäumen, noch besonders Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. C. von Seelhorst für die Anregung zu dieser Arbeit und die überaus liebenswürdige Unterstützung bei Ausführung derselben, sowie für das mir stets bewiesene Wohlwollen meinen herzlichsten Dank auszusprechen.